



**أصول وتطبيق**

# **الجغرافيا الطبيعية للأراضى الجافة**

**(مع تطبيقات سعودية)**

**الأستاذ الدكتور**

**جودة فتحى التركمانى**

**أستاذ الجغرافيا الطبيعية**

**كلية الآداب - جامعة القاهرة**

**دار الثقافة العربية**

**القاهرة ٢٠١١**



**أصول وتطبيق**  
**الجغرافيا الطبيعية للأراضي الجافة**  
**(مع تطبيقات سعودية)**

**الأستاذ الدكتور**  
**جودة فتحى التركمانى**  
**أستاذ الجغرافيا الطبيعية**  
**كلية الآداب - جامعة القاهرة**

**دار الثقافة العربية**

**القاهرة ٢٠١١**

رقم الإيداع

٢٠١٠ - ١٩٧٣٨

الدولى : 977-222-318-X

حقوق الطبع والنشر محفوظة للمؤلف

دار الثقافة العربية

٢٠١٠

## مقدمة

يُعتبر كتاب جغرافية الأراضي الجافة والتصحر الذي تم تأليفه في بداية الألفية الثالثة نواة هذا الكتاب الذي تم الانتهاء من إعداده في نهاية العقد الأول من الألفية الثالثة، حيث تم التركيز على الأراضي الجافة - ومن مختلف الجوانب الجغرافية الطبيعية.

وقد تمت المعالجة للموضوعات باستخدام المنهج الموضوعي حيث تناول العناصر وخصائصها وتوزيعها واختلافاتها بين البيئات الداخلية والبيئات الساحلية، وفي كل قارة على حدة. كما استخدم المنهج التحليلي من خلال تطبيقات على بعض الدول الممثلة لأنواع وحالات الجفاف، والانتهاء بالتصنيف والتقسيم. وقد تمت التطبيقات على بعض المحطات الممثلة ولذلك استخدام الأسلوب الكمي، والأسلوب المقارن، إضافة إلى الأسلوب الوصفي. مع مراعاة أن هناك تطبيقات على البيئة السعودية لحالات كثيرة تضمنها الكتاب في موضوعاته المختلفة.

لهذا تميز الكتاب بأنه حديث ومعاصر، وبياناته وصلت حتى عام ٢٠٠٩ و ٢٠١٠، ومراجعته حتى عام ٢٠١٠، إضافة إلى استخدامه جانبان: الأول الأسلوب الخرائطي التي يتم عرض الخاصية أو الظاهرة الجغرافية من خلالها ولذا تضمن الكتاب نحو ٩٧ شكلاً وخريطة، بعضها تم تحليلها بالكمبيوتر، والجانب الثاني أنه ركز على التطبيقات على المملكة العربية السعودية إضافة إلى عرض التطبيقات على بعض الدول الممثلة لكل قارة على حدة.

وقد تم عرض محتوى الكتاب في طبعته الأولى في اثنا عشر فصلاً، جاءت في ٤٠٢ صفحة وتضمن ٤٥ جدولاً، ١٩٠ مرجعاً باللغتين العربية والإنجليزية إضافة إلى المصادر الخرائطية وتم عرض المصادر الخرائطية التي اعتمد عليها المؤلف لإعداد الخرائط والأشكال، ونحو ٦ مواقع على الشبكة العنكبوتية للحصول على بعض البيانات التي تطلبتها المادة العلمية لإعداد الكتاب.

وأخيراً أتمنى أن يكون الكتاب قد غطى الجوانب المختلفة وحقق الهدف المطلوب.

**المؤلف**



## **الفصل الأول**

### **الأراضى الجافة التعريفات والأسباب**



## الأراضى الجافة : التعريفات والأسباب

### أولاً الكشف الجغرافى للمناطق الجافة :

اختلفت فترات الكشف الجغرافى للمناطق الجافة خاصة الصحارى منها من قارة لأخرى ومن إقليم لآخر متأثرة فى ذلك بمدى وفرة وسائل الحركة داخل هذه الأراضى المجهولة، ومدى احتماليات الأخطار التى يمكن أن تواجهها الرحلات الفردية أو البعثات الجماعية التى تقوم بهذه المهمة.

ففى القارة الأفريقية نجد أن الصحراء الغربية فى مصر والصحراء الليبية بشكل عام قد زارتها بعثة رولف الألمانية Rohlf's فى عام ١٨٧٥ لدراسة الواحات بها خاصة المياه الجوفية، وجهود جوست Guest عام ١٩٠٠ فى وصف الطرق ووصف البيئة فى هذه الواحات، وإضافات بيدنل فيما بين عام ١٩٠٨-١٩٠٩ فى معرفة مصادر المياه الجوفية فى الصحراء الغربية، وظل هذا الجزء مجالا لاهتمام العلماء وذلك لسبر أغوار حقائقه العلمية من أمثال هاردنج كنج منذ ١٩١٢ الذى اهتم بالكتبان الرملية منذ عام ١٩١٣، ومون منذ ١٩٢٤، وبول منذ ١٩٢٧، وكمال الدين حسين، وباجنولد (١٩٢٩) فى الثلاثينيات من القرن العشرين، وأسفرت كل هذه الرحلات عن الوصول إلى منطقة جبل العوينات جنوب غرب مصر وشمال السودان، بما فيها رحلة شاو Kennedy Shaw عام ١٩٣٦ جنوبى الصحراء الليبية، ووصول بيل إلى سكان التبو وسط الصحراء الكبرى عام ١٩٤٢، ووصف رايت J.W. Wright عام ١٩٤٥ عمليات النقل وطرق التجارة بين وسط الصحراء الليبية ووادى النيل فى القطاع الجنوبى له عند أسوان، وقد وصل عدد الرحلات إلى العوينات بين ١٩٢٤-١٩٧٦ نحو ١٣ رحلة وبعثة علمية أى بنحو رحلة كل ٤ سنوات، بالإضافة إلى رحلة كوم Kumm عام ١٩١١ بالإقليم السودانى من الغرب إلى الشرق كما فى شكل (١).

أمريكا الشمالية : قام كينو Kino, F.E عام ١٦٩٩ بتسجيل أول رحلة للمنطقة الصحراوية بين المكسيك وكندا شمال شرق خليج كاليفورنيا غربى أمريكا الشمالية

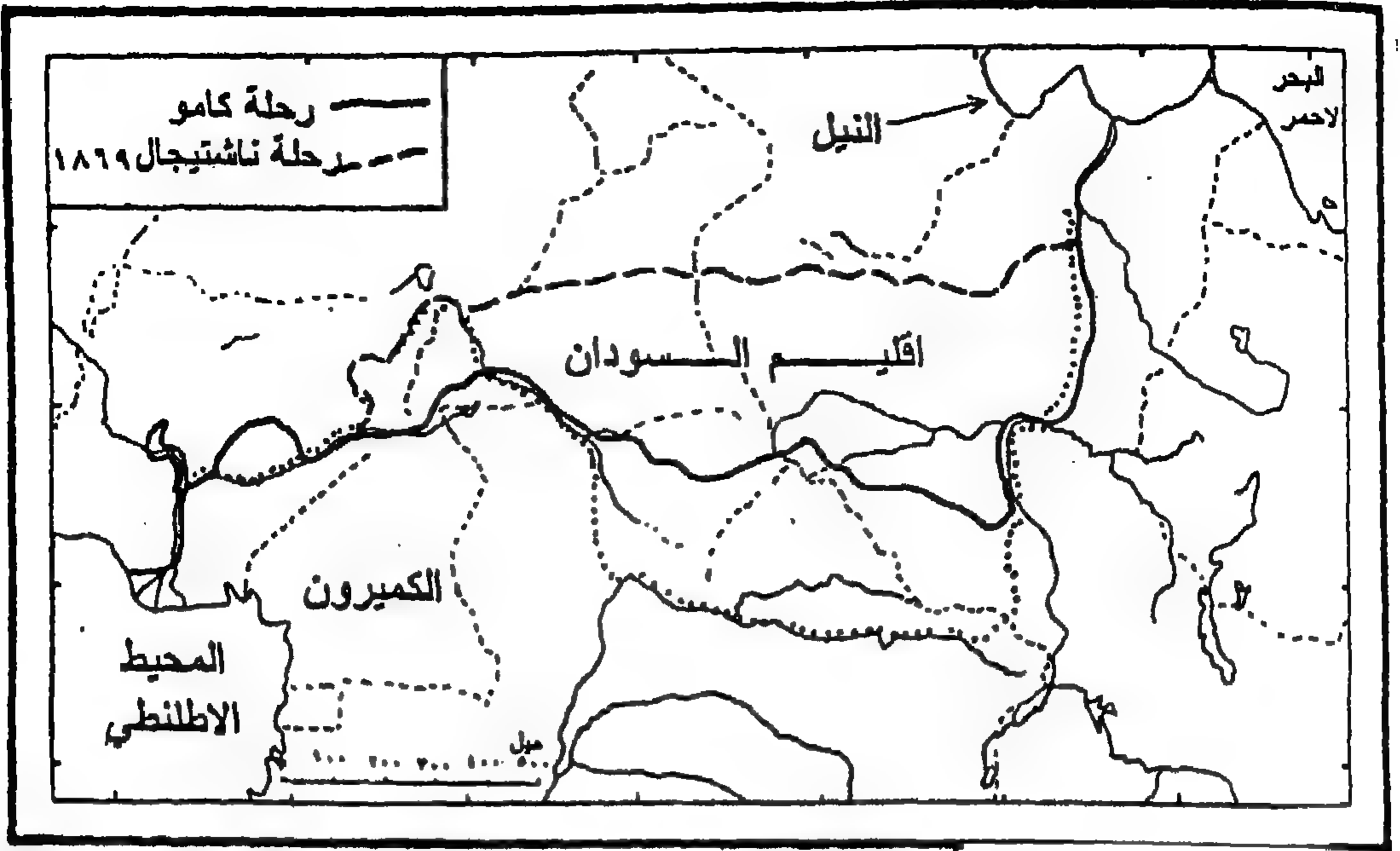
وقد اكتشف جاكسون W.H.Jackson الإقليم الجاف غربى الولايات المتحدة عام ١٨٧٥، ثم توالى الكشف بعد ذلك حيث أتم لاروى La Rue رحلته عام ١٩٢٥ للتعرف على الملامح التضاريسية الدقيقة (Bryan & Rue, 1927, p.252)

وقد نفذ معمل الصحراء فى معهد كارنيجى Carnegie بواشنطن رحلة علمية إلى توسكا جنوب غرب الولايات المتحدة عام ١٩٠٣ بصحراء أريزونا لدراسة المشكلات الفسيولوجية للنبات فى هذا الإقليم الجاف وتوضيح بعض الأحوال الطبيعية والأحيائية السائدة فى هذا المناطق الجافة (Macdougall, 1912, pp.450-456)، وفى المكسيك زار الأستاذ ماكجى McGee صحراء المكسيك عام ١٩٢٥ وسجل أحوالها الطبيعية والبشرية، ووصل حتى رأس خليج كاليفورنيا (Sykes, 1927, pp. 68-70).

أستراليا : يعتبر ستروت Strut أول من توغل فى صحراء استراليا - خاصة صحراء سمبسون وكان ذلك فى عام ١٨٤٥ وسجل اتجاهات الحافات الرملية هناك. أما واربورتون Warburton فهو أول من قام بالعبور من وسط استراليا إلى غرب استراليا، وأول من حدد الحافات الرملية هناك (Madigan, 1936, p.211 & 221)

وقام بعده ويلز Wells عام ١٨٩٦ برحلته وسجل محاور واتجاهات الحافات الرملية باستراليا، وعبر الرحالة شاب Chapp الصحراء الاسترالية أيضاً من الغرب إلى الشرق عام ١٨٩٧ وعرفت منذ ذلك الوقت بأنه قد تم عبورها ٦ مرات (Clapp, 1926). وقد توالى البعثات فى أوائل القرن العشرين إلى مناطق الجبال والوديان فى البيئة الجافة خاصة من قبل الهواة والمغامرين.

وهكذا يتضح أن التطورات التكنولوجية خلال ١٥٠-٢٠٠ سنة الماضية قد نتج عنها سرعة الكشف عن الصحارى الموزعة فى العالم، لأغراض عديدة منها الزراعة واستخراج المعادن خاصة الذهب والفضة والماس والتنمية ولأغراض السياحة بالإضافة على الأغراض العسكرية (Tivy, 1993, p.224). وقد أصبحت الصحارى الآن تقام عليها سباقات رالى سواء من شمال مصر حتى العوينات أو



المصدر : Kumm, 1911 |

## رحلات الاستكشاف لجنوب الصحراء في أفريقيا

### شكل (١)

في الصحراء الجزائرية ووصولاً إلى دكاك غرب أفريقيا، أو تلك التي تقام في شبه جزيرة قطر وكلها ترتبط بالكثبان الرملية في الأراضي الجافة والقاحلة إضافة إلى سياحة السفاري، ومن هنا أصبحت مثل هذه البيئات يرتادها الكثير من الرياضيين وعدد كبير من السكان بغرض السياحة والترفيه.

### ثانياً : تعريفات الجفاف :

يعتبر الجفاف من الظواهر الجغرافية التي لفتت الأنظار منذ أوائل القرن العشرين، ولذلك اهتم بها الكثير من حيث التعرف عليها، وعلى أسبابها، وعلى مدى انتشارها المكاني، والنتائج والآثار التي تترتب على حدوثها. ولهذا توجهت الأنظار نحو تعريف ظاهرة الجفاف، وتعريف الإقليم الجاف وخصائصه.

ويجب أن نفرق بين مفهومين، الأول هو الأرض القاحلة arid والأرض الجافة dry أو بين القحولة aridity والجفاف drought لأن الكلمتان مختلفتان . فالأراضي القاحلة عرفها لاهويرو أو ما يعرف بالنطاقات القاحلة Arid zones بأنها تلك المناطق التي يقل تساقط المطر السنوي بها عن ٤٠٠ ملليمتر، وتوجد في نصف الكرة الشمالي والجنوبي على جانبي المناطق المدارية، وتشغل مساحة كبيرة من سطح الكرة الأرضية تصل إلى نحو  $\frac{1}{3}$  مساحتها (Le Houérou, 1992, p.184)

وقد ظل مفهوم الجفاف على أنه عبارة تعبير مقابل لفظ arid حتى منتصف الثمانينات من القرن العشرين، حينما تم التدقيق بين مفهومين أساسيين في هذه العملية وهما arid and drought فقد عرف برنامج اليونيب UNEP الأراضي الجافة dryland بأنها تلك الأراضي التي تشمل : الأراضي شبه القاحلة والأراضي القاحلة، والمناطق المدارية شبه المطيرة، وهي الآن تقع تحت الضغط بسبب الاستخدام البشري بدرجة لم يسبق لها مثيل في التاريخ. ويشير خبراء الأمم المتحدة بأن النمو السكاني والحيواني المتزايد بمرور الزمن يؤدي إلى حدوث الجفاف drought، وقد ينتج أيضاً عن الممارسة السيئة وسوء استخدام الأرض في مناطق كثيرة بحيث أصبح نحو ٧٥% من كل الأراضي المنتجة في المناطق القاحلة أراضي متصحرة الآن، ويمتد فيها مظهر التصحر بمساحة كبيرة نسبياً (Karrar & Stiles 1984, p.309)

وفي عام ١٩٩٢ بدأ لاهويرو في تحديد مفهوم الأراضي الجافة dry واعتبر أنها المناطق التي يظهر فيها عجز في كمية المطر السنوي قياساً على المتوسط العام أو سنة القياس وينتج عن العجز المطري انخفاض الإنتاج الزراعي (Le Houérou, 1992, p.187)

وجاء سمث (Smith 2001) بتعريف مميز للجفاف وقال بأنه فترة جافة، غير عادية، ينتج عنها نقص في المياه، ونقص في المطر، ويتسبب هذا النقص في حدوث نقص في مياه التربة، وفي مياه الأنهار، وفي البحيرات أمام السدود، وقد

ينتج عن ذلك حدوث كارثة. من هذا المنطلق بدأ سبث في توضيح الفارق بين المفاهيم : الأرض القاحلة arid والأرض الجافة dry. فالإنسان في ممارسة أنشطته يتكيف حسب الرطوبة المتوقعة. فإذا كان هناك منطقة يسقط بها ٢٠٠ ملليمتر فإن هذه الكمية يمكنها أن توجد مراعى وأعشاب في البيئة شبه الصحراوية. أما إذا كان هناك نوع من ممارسة الزراعة الجافة فإن زراعة محصول من نوع القمح مثلا يحتاج نحو ٥٠٠ ملليمتر/ السنة، ولذا فإنه سوف تكون هناك كارثة وأخطار ناتجة عن الجفاف.

فالجفاف الناتج عن المطر لا يظهر فقط في البيئات الصحراوية وشبه الصحراوية، وإنما أيضا يظهر الجفاف ويحدث في البيئات الغزيرة المطر إذا قل المطر عن المعتاد بنسبة سوف نتعرض لذلك في الأجزاء التالية.

لهذا فإن تعريف الجفاف drought عبارة عن تأثير متجمع أو متراكم لنسبة المياه، والتي تؤثر على الأحوال الطبيعية وتؤثر أيضا على الزراعة، ويكون له علاقة بالأنشطة ويظهر أثره في كارثة طبيعية أو مجاعة أو غيرها، وهكذا فإن الجفاف هي ظروف غير طبيعية أو غير اعتيادية، حيث ينتشر المطر الفصلى فوق مساحة من الأرض، ويحتمل غياب المطر رغم أنه متوقع أو من المحتمل سقوطه بكميات معتادة (Gurjar & Jat, 2008, p.259)

إن مظهر الجفاف قد أصبح الآن أكثر شيوعا منذ عام ١٩٧٠، خاصة في العروض المدارية. كما أن أحوال الجفاف قد أصبحت أطول في فترتها الزمنية وأشد في قسوتها وأصبحت مؤثرة على مساحات أوسع.

وتتركب ظاهرة الجفاف من :

أ- نقص المطر في بعض المناطق.

ب- حدوث ارتفاع لدرجات الحرارة بحيث تصبح أعلى، ويتسبب ذلك في حالات الجفاف.

ج- زيادة درجة حرارة سطح مياه البحر، وحدث فاقد للجليد، وتمثل كلها إضافات لحدوث حالات الجفاف. ففي الفترة من ١٩٦١ حتى عام ٢٠٠٣ زادت درجة حرارة سطح مياه البحر بمقدار ٠,٣٥ من الدرجة المئوية، رغم أن مياه البحر تمتص الحرارة بمقدار يفوق الغلاف الغازى بنحو ٢٠ مرة (Ibid).

ويعتبر الجفاف drought كارثة بيئية، وإن كانت تختلف عن معظم الكوارث البيئية فى: (١) أنه يمثل كارثة "زاحفة" creeping hazard وذلك لأن أحوال الجفاف تتطور خلال عدة سنوات. (٢) يتميز الجفاف أيضا بأنه يحدث بشكل تدريجى (Smith & Petley, 2009, p.262)

(٣) أن الجفاف ليس له إطار تكتونى أو إطار طبوغرافى.

(٤) إن الجفاف فى امتداده المكانى يتخطى الحدود الإقليمية والأقاليم الثانوية التى تنقسم إليها القارات ولذا يعتبر كارثة فى البيئة المحيطة.

(٥) إن الجفاف يعتبر من الكوارث التى يكون للإنسان دخل فيها بشكل كبير، وسبب فى حدوثها.

(٦) إذا وقع الجفاف فى الدول المتقدمة فإنه لا يتسبب فى وقوع ضحايا بشرية من قتلى وجرحى حتى ولو اشتدت قسوته.

(٧) هناك علاقة سببية بين أحداث الجفاف وحدث المجاعة فى الدول النامية والأقل نمواً.

(٨) أن الجفاف ممكن أن يوجد فى أى مكان لأنه يمثل جانبا مكملا للتباين المناخى، وإن كانت أحداثه تكون أكثر حساسية فى الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة بسبب تباين التساقط من فصل لآخر ومن سنة لآخرى.

أما مفهوم الصحراء Desert فهو معروف منذ قرابة قرن من الزمان على أن الصحارى تعبيرات طبيعية محددة، تتناول العوامل المؤثرة فى معيشة الكائنات

العضوية وما ينتج عنها من ملامح معينة فوق السطح، تمكن من عمل تقدير محدد للعوامل البيئية التي تساعد على تحليل العوامل المؤثرة على التربة وعلى نمو النبات (Macdougall, 1912, p.449). وقد أصبح يشار إلى الصحراء في الاستخدامات الحديثة والمعاصرة بأنها مناطق غير مأهولة ويحدث بها مناخ جاف بشكل متتابع. وقد حدد السيرجون موري J. Murry الصحراء بأنها المناطق التي تتلقى أمطاراً في حدود ١٠ بوصات (٢٥ سم) في حين حدد الإقليم الجاف بأنه المنطقة التي تصل كمية الأمطار بها إلى ٢٠ بوصة أو ٥٠ سم. (Gregory, 1915, p.241). أما التحديد الشامل للمناطق الصحراوية فقد ذكره لاهويرو (Le Houérou, 2002) بأنها المناطق التي توجد بها ظروف قاحلة زائدة عن الحد، وليس بها نشاطاً للزراعة المطرية، ولا يمكن رؤية مثل هذا النشاط بها، وأنها يمكن أن تصنف إلى أنواع، وهذا التصنيف يكون : مناخياً، وترايبياً، واثروبولوجياً أو فعل الإنسان.

### ثالثاً : أسباب الجفاف والقحولة :

تتعدد الأسباب والعوامل التي تؤدي إلى ظهور حالات الجفاف في مناطق، وسيادة ظروف القحولة في مناطق وأقاليم أخرى. وتتراوح هذه الأسباب ما بين مجموعة عوامل طبيعية، وظروف أخرى بشرية. ويمكن عرض كل عامل منها على حدة، لإظهار دوره في ظهور الجفاف أو التسبب في سيادة القحولة وذلك على النحو التالي :

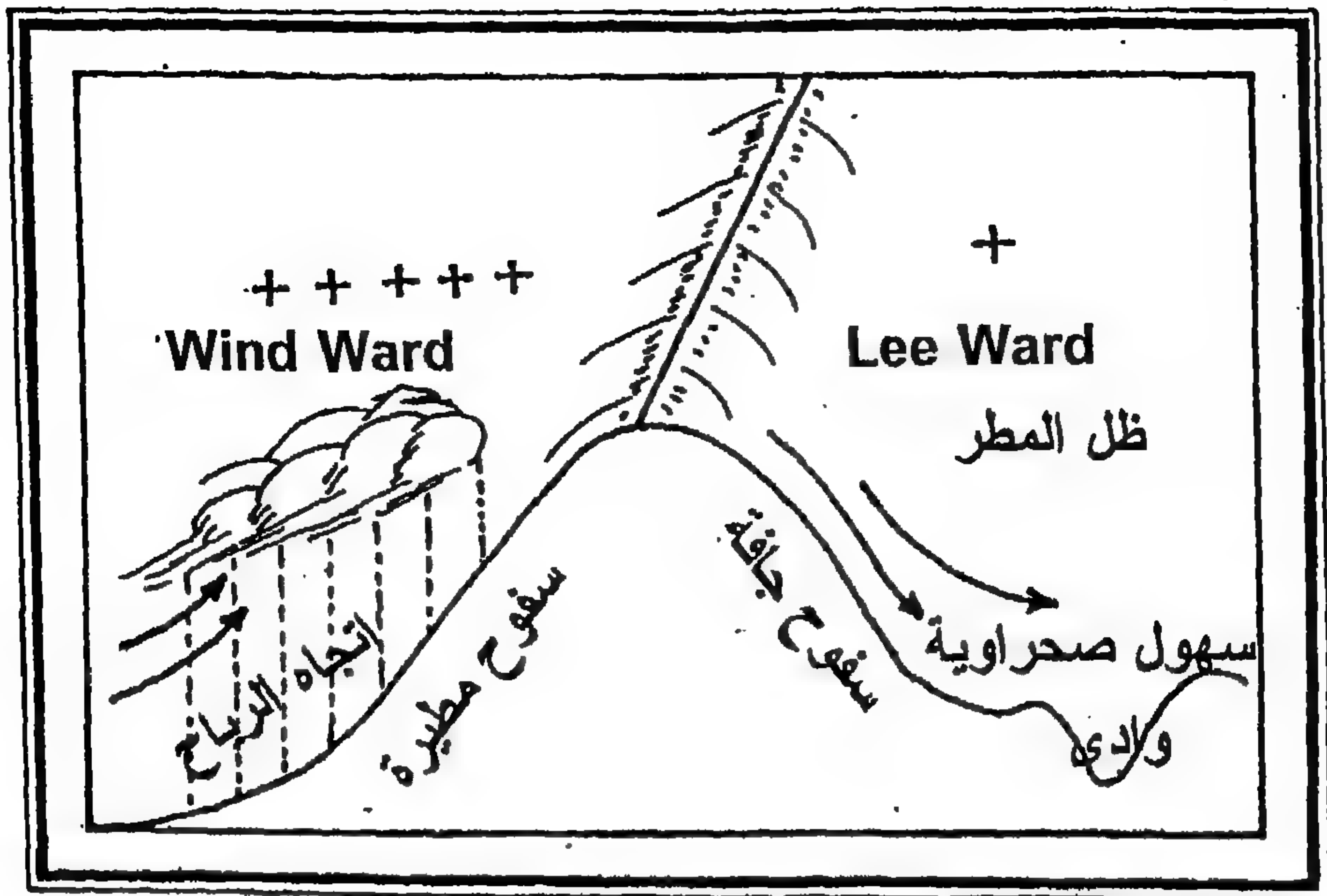
(١) الهبوط الرأسى للرياح : وهو عامل يرتبط بنظام الدورة الهوائية العامة على مستوى الكرة الأرضية في العروض الوسطى ويحدث هذا حول خطي عرض  $30^{\circ}$  شمالاً و  $30^{\circ}$  جنوباً، ففي العروض الاستوائية يسخن الهواء ويرتفع لأعلى وينقسم إلى قسمين في الطبقات العليا، أحدهما يتجه نحو القطب الشمالي والآخر يتجه القطب الجنوبي، وهما يتجهان نحو القطبين وأثناء ذلك تهبط شعبة من أعلى إلى أسفل عند  $30^{\circ}$  شمالاً وشعبة عند  $30^{\circ}$  جنوباً ولذا فإن هذه المناطق تصبح ذات ضغط مرتفع بسبب تركيز الهواء وتجمعه (التركمانى، ٢٠٠٢، ص ص ١١٩-١٢٠) والهواء يكون جافاً وقد تسبب ذلك في تكوين

بعض الصحارى مثل صحراء جنوب غرب آسيا وشمال القارة الأفريقية وصحراء سونورا في نيومكسيكو بالولايات المتحدة وصحراء كلهارى جنوب غرب أفريقيا، بالإضافة إلى صحراء استراليا، حيث أن الرياح قادمة إليها من ضغط مرتفع فوق اليابس، وتهب نحو اليابس أيضاً، ولذلك تخلو من الرطوبة وتكون جافة فتتسبب في حدوث الجفاف والقحولة.

وهذا السبب يعتبر من أكبر الأسباب تأثيراً على زيادة مساحة المناطق الجافة في العالم، حيث تقع المناطق السابقة في أوسع امتداد عرضي للقارات وتشغل مساحة كبيرة تخضع لهذه الأحوال والتي يسيطر عليها الضغط المرتفع بسبب هبوط الهواء (Wallen, 1966, p.32). وهكذا يتضح من خلال هذا العامل أن الجفاف والقحولة صفات ترتبط بالنظام المناخى.

(٢) الهبوط المحلى للهواء : ويرتبط ذلك الهبوط بالحركة الأفقية للهواء فوق سطح الأرض وحينما تقابله سلسلة جبلية فإن الهواء يصعد إلى أعلى وحينما يصل إلى قمة السلسلة الجبلية فإن الهواء يهبط مرة ثانية منحدرأ على الحافة، ويسخن الهواء أثناء هبوطه إما بالإنضغاط أو بارتفاع الحرارة كلما اقترب الهواء من سطح الأرض (كلما انخفضنا) وهذا يزيد الهواء القدرة على التشبع ببخار الماء بدرجة أكبر من عملية التكاثف ولذا فإن الهواء لا يسقط مطراً بل يعمل على زيادة التبخر من التربة والنبات والمسطحات المائية فتقل الرطوبة ويزيد الجفاف. ومن أمثلة ذلك ما يحدث غرب جبال الأنديز حينما يحدث هبوط للهواء وتستمر العملية فوق الساحل الشمالى فى شيلي وبيرو مما يؤدى إلى تكوين صحراء أتكاما، ويشبها فى ذلك بعض الأحزمة الجبلية فى العروض الوسطى، وفى غرب أمريكا الشمالية، وفى جنوب غرب الأرجنتين وأجزاء من داخل قارة آسيا قد نشأت الصحارى بها بهذه الطريقة (U.N., 1977, p.74).

وبشكل عام فإن هذا العامل يرتبط بالنظام التضاريسى المحلى والإقليمى.  
(شكل ٢) .



أثر العامل التضاريسى فى المطر والجفاف  
شكل (٢)

(٣) ثبات الكتل الهوائية : وعدم وجود حركة للهواء والرياح التى تحمل الرطوبة، حيث أن العلاقة بين المياه المتاحة للتساقط وبين التساقط الفعلى لا تتم بطرق بسيطة، حيث أنه قد يوجد الطقس الجاف فى مناطق ترتفع فيها نسبة الرطوبة بينما يوجد المطر بغزارة فى أقاليم تصل إليها التيارات الهوائية الرطبة، وهى تكون ضرورية لسقوط الأمطار مع أنها قد تكون أيضاً غير كافية ومع ذلك يسقط المطر ومن أمثلة ذلك صحارى واستبس ووسط آسيا والتى تكون بعيدة عن الرياح الموسمية التى تصل جبال هيمالايا وهضبة التبت، (U.N., 1977, p.74) وقد تعمل أصداد الأعاصير فى العروض القطبية الشمالية على ثبات الهواء بارداً ويساعد مع ذلك وجود الغطاءات الثلجية وكل ذلك يؤدى إلى انخفاض محتوى الهواء البارد من الرطوبة فيقل حمله للرطوبة ولذا تكون كمية التساقط منخفضة نسبياً (Wallen, 1966, p.32).

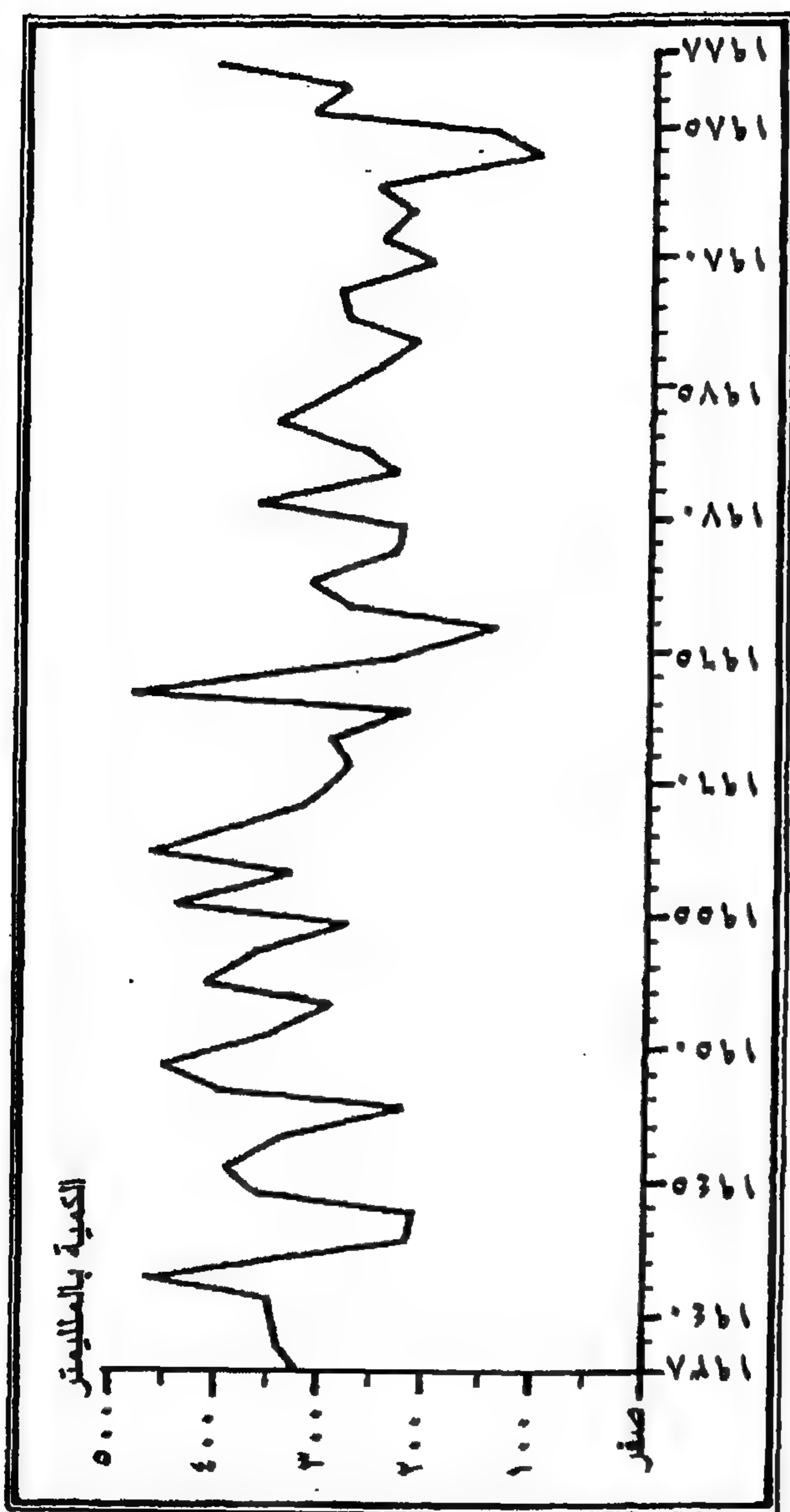
وتؤثر أحوال النينو في التغيرات الكبرى التي تحدث في الدورة الهوائية العامة للرياح، وهذا ينعكس على حدوث جفاف للتربة، وامتداد الموجات الحرارية خلال فصل الصيف، فتحدث تغيرات وتقلبات في الدورة الهوائية وفي أحداث التساقط والذي يبدأ في هذه الحالة بوجود جفاف في فصل الربيع في شهر أبريل وشهرى مايو ويونيه.

كما يصاحب تكون النينو حدوث زحزحة وانتقال للجبهة الهوائية المدارية ITCZ وفي معظم أحوال النينو تصبح الجبهة الهوائية المدارية أضعف من الظروف العادية، فيقل بذلك المطر ويسود الجفاف. وسوف نتعرض لدراسة هذا العملية في نقطة أخرى في موضعها.

(٤) خصائص تساقط الأمطار : فالأمطار في الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة تكون متباينة سنوياً بشكل واضح، وقد تكون أقل من المعتاد كما هو الحال في الظروف التي سادت في القرنين التاسع عشر والعشرين، حيث أن المطر كان أميل إلى الانخفاض عن المتوسط منه إلى الزيادة عن المتوسط. كما أن قيمة المنول (أو القيمة الأكثر تكراراً) في سقوط الأمطار والاتجاه العام نحو قلة الأمطار وزيادة القحولة Aridity والجفاف drought كل هذا يقلل الاعتماد على المطر، فتقل الزراعة ويتدهور الإنتاج (Hudson, 1987, p.13) وهو ما يعرف بالجفاف المناخى، بالإضافة إلى حدوث الجفاف من نوع الجفاف الزراعى.

مثال تطبيقي :

ففي السودان مثلاً إذا أخذنا محطة كسلا والتي تقع على خط ١٥° تقريباً شرقى السودان وتتبعنا كميات المطر في الفترة من ١٩٣٨ حتى ١٩٨٨ أى لمدة ٥٠ عاماً يمكن ملاحظة كما هو موضح في شكل (٣) أن كمية المطر السنوى أخذت بشكل عام في الاتجاه نحو الانخفاض، وذلك منذ منتصف النصف الأول من القرن العشرين (ثلاثينيات القرن) حتى منتصف النصف الثانى من القرن العشرين (ثمانينات القرن) وذلك خلال ٥٠ سنة متتالية.



المطر في كسلا  
شكل (٣)

فمتوسط التساقط السنوى فى كسلا نحو ٣٢١ ملليمتر (FAO, 1984). أما السنوات التى انخفض فيها حجم التساقط فهى على النحو التالى :

- عام ١٩٤٣ قلت الكمية إلى ٢٢٠ مم وبذلك انخفضت بنسبة ٣١%.
- عام ١٩٤٨ قلت الكمية إلى ٢١٠ مم وبذلك انخفضت بنسبة ٣٤,٥%.
- من ١٩٥٩ - ١٩٦٣ قلت الكمية إلى ٢٠٠ - ١٣٠ مم وبذلك انخفضت بنسبة ٣٧,٨% - ٥٩,٥%.
- وصل أدنى مستوى لها فى القرن العشرين عام ١٩٨٤ = ٨٠ مم ونسبة انخفاض ٧٥%.

بهذا يتضح أن الاتجاه هو نحو الانخفاض المستمر فى كمية المطر بشكل عام خلال الفترة المذكورة، وبالتالي ظهر جفاف من درجات مختلفة وصل إلى الدرجة الخطرة فى الفترة ١٩٥٩ - ١٩٦٣، وإلى الدرجة الكارثية عام ١٩٨٤، التى لم يسقط من كمية الأمطار المتوقعة إلا ربع الكمية فقط.

ويلاحظ أنه إذا قلت الأمطار عن الكمية المعتادة أو متوسط التساقط بشكل حاد، أو إذا توزعت نفس كمية المطر على فترات أطول من الفترات المعتادة بحيث يقل تركيز المطر، فإن هذا يؤدى إلى ظهور الجفاف drought ويخلق بذلك مشكلات بيئية مما يؤثر على النظام البيئى الإقليمى، ويظهر التدهور.

ويعتبر النقص فى فعالية المطر خاصية من الخصائص التى تؤدى إلى حدوث الجفاف، وينشأ ذلك بسبب اختلاف فعالية المطر من فصل إلى آخر أو من سنة إلى أخرى. وقد تصبح فعالية المطر منخفضة بدرجة أقل من انخفاض جملة كمية الأمطار المسئولة عن كوارث الجفاف. ومن الأمثلة على ذلك ما حدث بإقليم الساحل من جفاف خلال ١٦ سنة منذ عام ١٩٦٨ حيث ابتعدت كمية الأمطار عن المتوسط السنوى للتساقط وكان التفاوت فى التساقط كبيراً وكمية الأمطار قليلة مما قلل من فعالية الأمطار (Smith, 2001, p.297).

لذلك نجد أنه فى إقليم الساحل بالقارة الأفريقية قد تكررت أحداث الجفاف

الكبرى فى القرن السادس عشر والسابع عشر والثامن عشر والتاسع عشر. وفى القرن العشرين تكررت أحداث الجفاف به فى أعوام ١٩١٣ - ١٩١٤ وأواخر العشرينيات، وفى الأربعينيات فى مناطق كثيرة، وخلال الفترة ٦٨ - ١٩٧٤ (Mortimore, 1987).

### مثال تطبيقي :

فى تشاد فى وسط أفريقيا مثلا والتي تقع فى إقليم الساحل بأفريقيا نجد أن متوسط التساقط السنوى بها ٦٢,٥ سم (٦٢٥ مم). أما فى عام ١٩٦٤ مثلا نجد أن كمية المطر قد قلت إلى ٤٧٨ ملليمتر أى أن نسبة النقص فى كمية المطر فى هذه السنة كانت ٢٣,٥% عن المتوسط العام، هذا من جهة. ومن جهة أخرى فإن كمية المطر والتي سقطت قد توزعت على عدد أكبر من الشهور. فمعظم المطر المتساقط يتركز من شهر مايو إلى شهر سبتمبر أى خلال ٥-٦ شهور فقط على أقصى تقدير، ولكن فى سنة ١٩٦٤ قلت كمية المطر كما سبق الذكر، وتوزعت على عدد أكبر من الشهور وصلت ٨ شهور كما فى جدول (١) وهى من شهر مارس إلى شهر نوفمبر وهذا يقلل من فعالية المطر بسبب ثبات معدل التبخر (حيث الإشعاع الشمسى) ونقص كمية التساقط، فتقل بذلك كمية المياه المتبقية والمتاحة للاستخدام فيظهر الجفاف.

### جدول (١)

كميات المطر الشهرية فى محطة نجامينا - فى تشاد بأفريقيا

عام ١٩٦٤ (بالمليمتر)

الشهر	الكمية	الشهر	الكمية	الشهر	الكمية
يناير	صفر	مايو	١٤	سبتمبر	٥٦
فبراير	صفر	يونية	٥٧	أكتوبر	صفر
مارس	١٣	يولية	١٣٢	نوفمبر	١٦
ابريل	١٧	أغسطس	١٨٣	ديسمبر	صفر

(٥) تأثير التيار النفاث : يعرف التيار النفاث بأنه عبارة عن حدوث حركة سريعة لتيار بارد وقوى فى طبقات الهواء العليا نسبياً، وتتسبب هذه البرودة وثقل الهواء فى سيادة الجفاف، وذلك خلال الفترة الممتدة من شهر إبريل حتى شهر يونية، ثم تتكسر حدة هذا التأثير فى فصل الصيف، مما يجعل المطر يعاود التساقط بكمية كبيرة وبشكل قد يفوق الظروف العادية. ولهذا فإن المناطق التى تتعرض للتيار النفاث نجدها تتأثر وبحدة شديدة بأحوال الجفاف المصاحبة والناجمة عنه.

- فالتيار النفاث يجلب البرودة.
- التيار النفاث يزيد من حالات الضغط الجوى المرتفع.
- التيار النفاث يحول دون التكاثف ودون سقوط الأمطار.
- ترتبط بذلك حالات كثيرة للجفاف فى المناطق وفى الأوقات التى يسيطر عليها التيار النفاث.

(٥) التيارات البحرية : التيارات البحرية نوعان، منها الدفينة، ومنها الباردة، ولما كانت السواحل الغربية للقارات سواء أفريقيا أو أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية يمر بموازاتها تيارات بحرية باردة فإنها تتضافر مع الدورة الهوائية العامة للرياح وتتسبب فى حدوث الجفاف، حيث أنها تيارات باردة قادمة من تجاه العروض القطبية ومتقدمة نحو خط الاستواء، وتتسبب هذه التيارات الباردة فى برودة المياه السفلى نسبياً والتى تتدفع إلى أعلى بفعل حركة الانقلاب الرأسى Up Welling للمياه على السواحل فتضيف تأثيراً لانضغاط الهواء بالبرودة بسبب ارتفاع المياه الأبرد فلا يحدث تشبعاً للهواء ببخار الماء (Wallen, 1966, p.34) وقلة التشبع تقلل من فرصة سقوط المطر ومن أمثلة الصحارى التى نشأت نتيجة لذلك صحراء الصومال، وصحراء جنوب غرب أفريقيا (ناميب) حيث تيار بنجويلا البارد، والمناطق الجافة فى ولاية كاليفورنيا حيث تيار كاليفورنيا البارد.

وتعرف مناطق تَلَقَب مياه المحيط بأنها عوامل محيطية، تتسبب في وجود الصحارى، أى أنها تتسبب في حدوث الجفاف. فالمياه تكون أقل حرارة بمقدار ٨°م عن المياه الواقعة على مسافة ١٠٠ كم باتجاه الداخل نحو عرض البحر، وهذا يكون ضباب وأحياناً الرزاز على الساحل ويكون الصحارى الساحلية (Thompson, 1977) ومن أشهر مناطق تَلَقَب المياه : بيرو، كاليفورنيا، شمال غرب أفريقيا، جنوب غرب أفريقيا، الصومال، ساحل شبه الجزيرة العربية المشرف على البحر العربى، انتركيتكا.

#### (٧) تكوين تيارات النينو El Nino :

فى البداية يجب التعرف على مسميين هما : النينو El Nino ولانينا La Nina النينو هى جزء من النظام المناخى وتفاعله مع الغلاف المائى وهى عبارة عن تيارات مائية بحرية، تظهر فى المحيطات الكبرى وما يرتبط بها من بحار وخلجان مفتوحة، وتحدث بصفة خاصة فى العروض الدنيا والوسطى (من خط الاستواء حتى ٥٠ - ٦٠° ش و ج). والنينو فى اللغة الإسبانية تعنى الطفل، وأطلق عليها ذلك لوجود هذه التيارات وتكونها فى فترة أعياد الميلاد فى الفترة ٥٧-١٩٥٨ (Oliver, 1981, p.228). وقد أطلق الصيادون هذا المسمى فى أمريكا الجنوبية لسيادة أحوال الطقس وحدث دورة طبيعية فى المحيط الهادى يطلق عليها التآرجح الجنوبى Southern oscillation وتتكرر كل ٢-٨ سنوات وتتأرجح بين حدوث النينو وحدث لانينا.

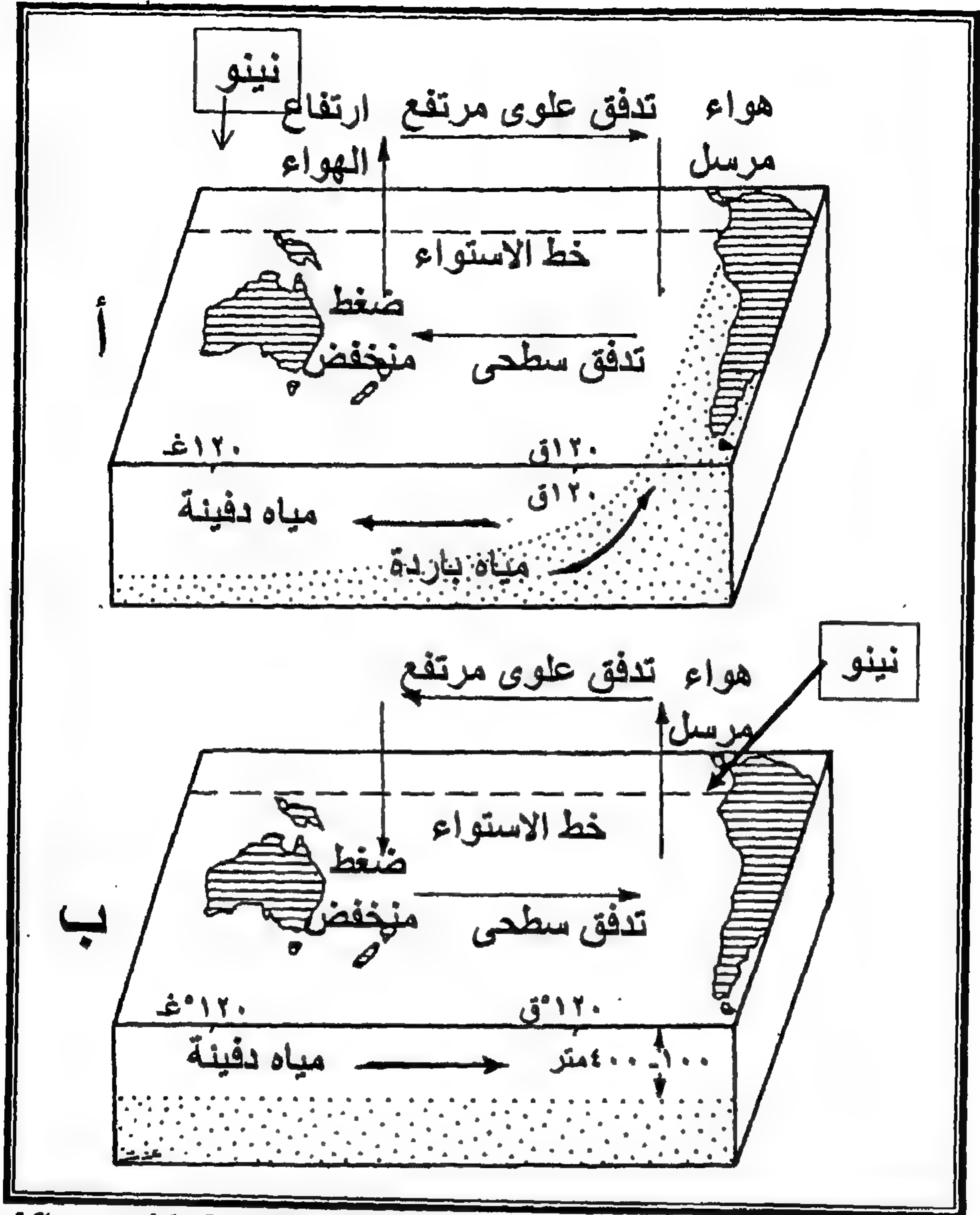
أما لانينا La Nina فهى تعنى الأخت ويذكر البعض أنها تعنى البنت The girl (Bryant, 1991, p.96) وهى الجزء الآخر من الدورة حينما يحدث العكس وتسود ظروف قاسية، وقد أطلق عليهما (النينو + لانينا) كل من جلبرت وولكر Walker عام ١٩٢٠ اسم التآرجح الجنوبى، ويشير برايت بأن الدورة قد يبلغ طولها الزمنى نحو ١١ سنة تقريباً، جزء منها يسوده دفئ وجزء آخر تسوده البرودة، ثم تعاود الدورة من جديد.

ففى فترة النينو نجد أن شرق ووسط المحيطات تسود الرياح التجارية، وتعمل هذه الرياح على دفع المياه الدفيئة نحو غرب المحيطات (شرق القارات) فتصل إليها مياه دفيئة، فى حين تصبح المياه فى غرب القارات (شرق المحيطات) باردة بسبب ظهور مياه من أسفل المحيط إلى أعلى سطح مياه شرق المحيط، وبهذا يصبح شرق القارات رطب بسبب المياه الدفيئة وغرب القارات جاف بسبب المياه الباردة، فيسقط مطراً شرق القارات بينما تصبح غرب القارات يسودها الجفاف. هذا ويلاحظ أنه فى حالة فى اتجاه المياه الدفيئة من شرق المحيطات إلى غربها فإنه فى الغرب تصبح النينو بينما فى شرق المحيط (غرب القارة) تسود لانينا . ويلاحظ أن الدورة فى هذه الحالة اتجاه مع عقارب الساعة كما فى شكل (٤) بينما تحدث دورة عكسية بعد عدة سنوات بحيث يتبدل الوضع: فالنينو فى شرق القارات تصبح فى غرب القارات المواجهة لها فى نفس نصف الكرة الأرضية، ولانينا فى غرب القارات تصبح فى شرق القارات المواجهة لها فى نفس نصف الكرة الأرضية ( ). هذا عن ميكانيكية وآلية دورة النينو - لانينا وتبادلها بين اليابس والماء على مستوى القارات.

أما التوزيع المكانى للمناطق المتأثرة - أو أشد تأثراً - بظاهرة النينو - لانينا على مستوى القارات:

غرب أمريكا الجنوبية - شرق وشمال شرق أمريكا الجنوبية - شرق وشمال شرق وجنوب شرق استراليا - جزر إندونيسيا والفلبين، إقليم جنوب آسيا فى شبه القارة الهندية وباقى أرجاء جنوب شرق آسيا - غرب أمريكا الوسطى ووصولاً إلى غرب كاليفورنيا. شرق أفريقيا وجزيرة مدغشقر - غرب أفريقيا وحول خليج غانا كما هو موضح فى شكل (٥) وهى المناطق التى تأثرت بأحداث النينو عام ٩٧-١٩٩٨.

وعن أثر أحداث وتعاقب ظاهرتى النينو ولانينا فإنه قد تم التعرف عليها وأطلق اسم هذه الدورة السابق ذكرها نفس الاسم فى وسط السهول العظمى وجنوب شرق الولايات المتحدة، بحيث تكون هناك ١١ سنة رطبة wet وهذه الفترة المطيرة يطلق عليها هناك ظاهرة النينو، و ١١ سنة جافة dry يطلق عليها la Nina (Bryant, 1991, p.96)



After: smith & Petley, 2009

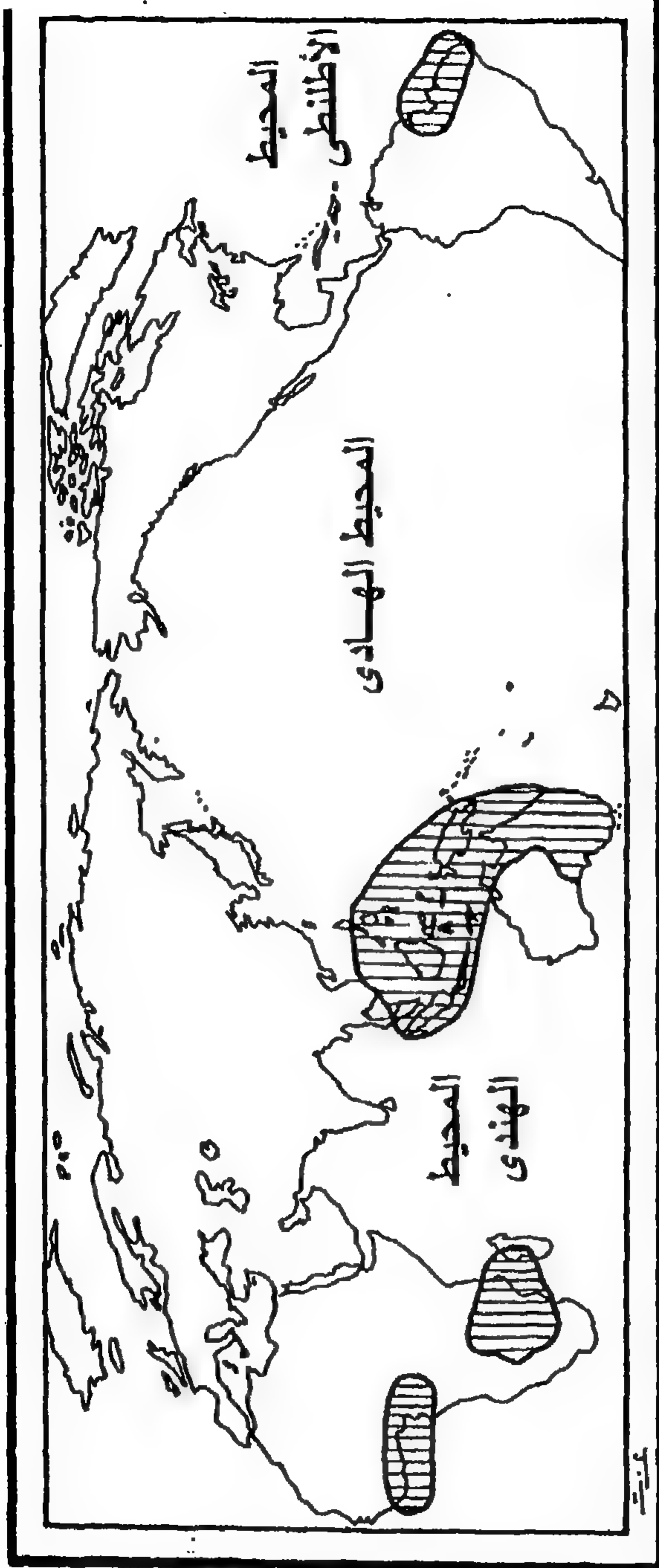
تكوين النينو، ولاينا وحدث التذبذب الجنوبي ودورها في  
حدث المطر والجفاف وتعاقبهما

شكل (٤)

وفى فترة النينو يصبح المحيط الأطلنطى أدفئ أما فى فترة لانينا تصبح الأحوال عكس السابق ويصبح المحيط أبرد بدرجة أكبر من الظروف العادية، وفى فترة النينو ترتفع درجة الحرارة عالميا ما بين ٠,١ - ٠,٢ من الدرجة المئوية، وفى فترة لانينا نجد أن درجة حرارة مياه البحر قرب خط الاستواء تنخفض كثيرا بنحو ٤° م عن الظروف العادية، ويكون الأثر هو سيادة ظرف أكثر جفافا فى حالة لانينا خاصة جنوب غرب الولايات المتحدة أواخر الصيف والشتاء، وفى حالة لانينا يكون الجنوب الشرقى أدفأ، بينما المناطق فى الشمال الغربى للولايات المتحدة تكون أبرد (Silver, 2008, pp.99-100) وهذا يمثل التذبذب بين الجنوب والشمال لأحوال المحيطات، وما يرتبط بها من آثار على اليابس المجاور.

وقد ظهر انعكاس حدوث هذه الظاهرة المناخية على الإنتاج الغذائى خاصة تلك الأنواع التى ترتبط محاصيلها وإنتاجها بسقوط المطر، حيث سجل نقصا غذائيا بنسبة ٢% عام ١٩٧٢ بعد أن كان هناك زيادة سنوية كل عام منذ ١٩٤٥. وفى منتصف التسعينيات من القرن العشرين حدثت النينا La Nina فظهر آثار هذا الجفاف فى كل من الولايات المتحدة والصين وروسيا والهند وأستراليا مرة ثانية، وقل إنتاج الحبوب، وتسبب هذا فى زيادة ارتفاع أسعار الحبوب العالمية (Holechek et al., 2000, p.168) ورغم أن هذه الظاهرة يصعب التحكم فيها أو تغييرها، فإنه يمكن التنبؤ بها واتخاذ الإجراءات المطلوبة لتوفير الغذاء والمحافظة على الأسعار.

أما فى الهند فنجد أنه قد ارتبط بظاهرة النينو وما يرتبط بها على النحو الآخر من وجود لانينا فترات جفاف فى أعوام ١٨٩٩، ١٩١٨، ١٩٧٢، بينما تأثر جفاف عام ١٩٧٩ بظروف الرياح الموسمية (Gregory, 1986, p.102). ويلخص جدول (٢) العلاقة بين أحوال الجفاف المرتبطة بالرياح الموسمية الشرقية وأحداث تقلبات النينو الجنوبية El Nino-South oscillation والتى يعبر عنها باختصار بصيغة ENSO وذلك خلال الفترة ١٨٤٤-١٩٨٣ أى خلال ١٣٩ سنة، ونجد أنه قد حدث فيها نحو ٣٣ فترة جفاف، ارتبط منها ٣١ فترة جفاف بأحداث النينو أى أنه ارتبط ٩٤% من حالات الجفاف بارتباط سببى ومتلازم بأحداث النينو فى أندونيسيا.



بتصرف. 369. p, 2008, Keller & Blodgett

تأثير النينو عام ١٩٩٧-١٩٩٨ على حدوث الجفاف في قارات العالم

شكل (٥)

## جدول (٢)

مقارنة الجفاف في أندونيسيا بأحداث تقلبات النينو الجنوبية (١٨٤٤-١٩٨٣)

سنة الجفاف	سنة النينو	سنة الجفاف	سنة النينو	سنة الجفاف	سنة النينو	سنة الجفاف	سنة النينو
١٨٤٤	١٨٤٤	١٨٧٧	١٨٧٨/٧٧	١٩١٤/١٣	١٩١٤	١٩٤٦/٤٥	١٩٤٦
١٨٤٥	١٨٤٦/٤٥	١٨٨١	١٨٨٠	١٩١٩/١٨	١٩١٩/١٨	١٩٥٣	١٩٥٣
١٨٥٠	١٨٥٠	١٨٨٣	-	١٩٢٣	١٩٢٣	غير متاح	١٩٧٥/٥٤
١٨٥٣	-	١٩٨٥-٨٤	١٨٨٥/٨٤	١٩٢٦/٢٥	١٩٢٦/٢٥	١٩٧٦	١٩٧٦
١٨٥٥	١٨٥٥	١٨٨٨	١٨٨٩/٨٨	١٩٢٩	١٩٣٠/١٩٢٩	١٩٨٣/٨٢	١٩٨٢
١٨٥٧	١٨٥٧	١٨٩١	١٨٩١	١٩٣٢	-		
١٨٦٤	١٨٦٤	١٨٩٦	١٨٩٦	١٩٤٠	١٩٤٠/٣٩		
١٨٧٣	١٨٧٣	١٩٠٢	١٩٠٢	١٩٤١	١٩٤١		
١٨٧٥	١٨٧٥	١٩٠٥	١٩٠٥	١٩٤٤	١٩٤٤/٤٣		

المصدر: بتصرف After Quinn, 1987, p.25, Bryant, 1991

(٨) العامل الطبوغرافى : ويتمثل هذا العامل فى وجود جواز جبلية شاهقة الارتفاع تحول دون وصول الرياح المحملة ببخار الماء إلى داخل القارات، فتتحول هذه المناطق إلى أقاليم جافة أو شبه قاحلة. ومن أمثلة ذلك وجود جبال الهيمالايا التى تحول دون عبور كتل الهواء من الرياح الموسمية الصيفية الجنوبية. ومن أمثلتها أيضاً امتداد سلاسل جبال روكى فى أمريكا الشمالية من الجنوب إلى الشمال وبشكل يجعل الرياح تتعامد عليها مما يجعلها تحول دون وصول الرياح الغربية والجنوبية الغربية إلى المناطق الواقعة إلى الشرق منها، ويشبهها فى ذلك سلاسل جبال الأنديز التى ساعدت على تكوين صحراء بتاجونيا شرقى الكورديليرا بما يشبه وادى الموت فى جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية الذى تكون بنفس الأسباب فى ظروف جفافه. وقد لعبت

جبال الألب الاسترالية شرق وجنوب شرق القارة دوراً مماثلاً في حجز الرياح الرطبة إلى حد كبير عن وسط وغرب استراليا، مما ساد فيهما الجفاف والقحولة، وتكونت صحارى سمبسون وغيرها.

#### (٩) سخونة الأرض :

في البداية يجب أن نذكر أن درجات حرارة الأرض تقاس بالترمو متر منذ أوائل القرن ١٧ منذ عصر جاليليو وجاء من بعده فهرنهايت، ويوجد في العالم الآن نحو ٧٠٠٠ محطة للقياس، قارية وساحلية وفوق المحيطات، إضافة إلى وجود منظمات دولية تهتم بهذا الشأن ومنها نو NOAA وناسا NASA في الولايات المتحدة، ووحدة الباحث المناخي CRU في بريطانيا.

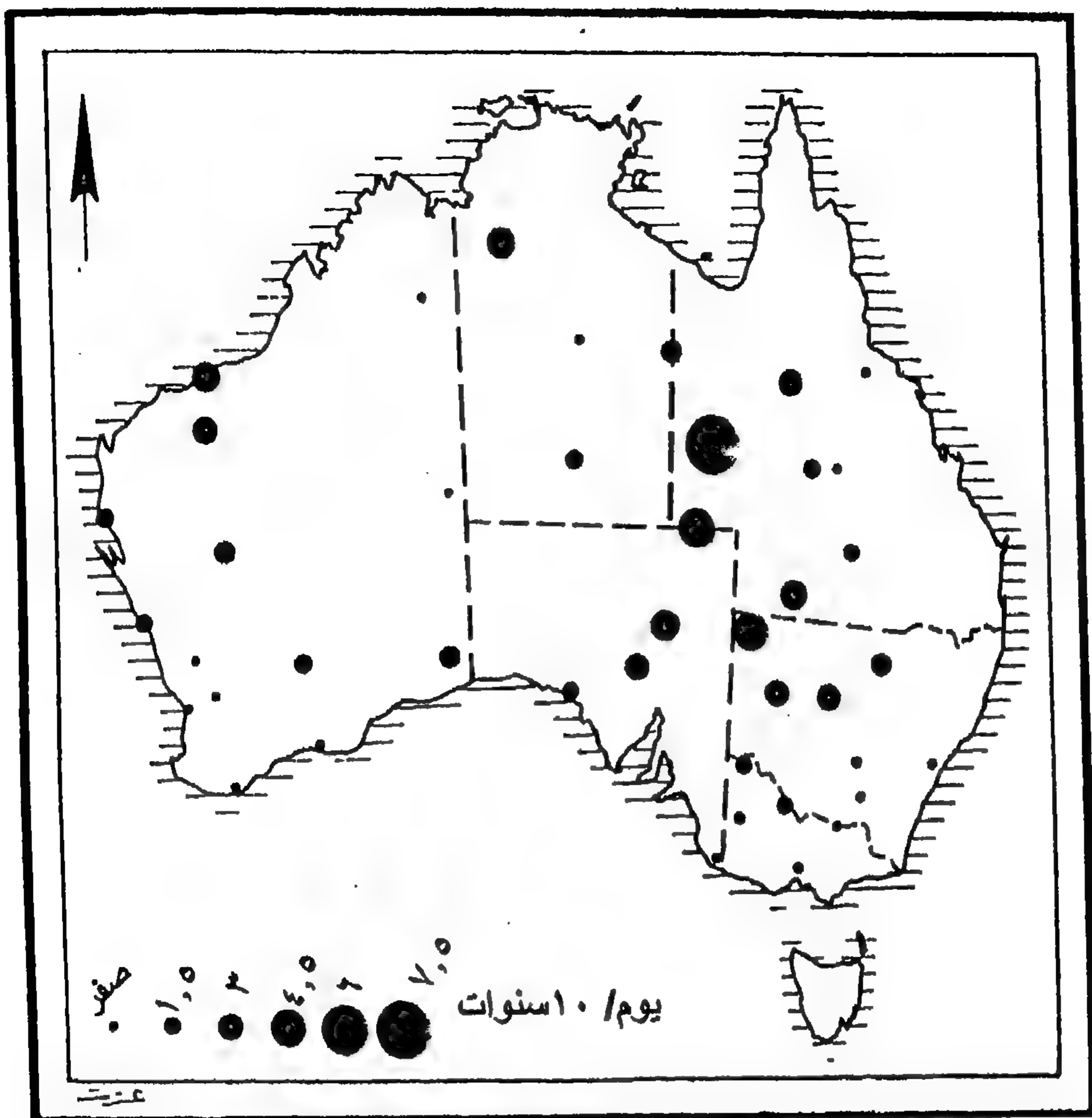
ويشار إلى سخونة الأرض عن القياسات المعتادة بمفهوم آخر وهو الدفء العالمي، أو ارتفاع حرارة الأرض. وقد اشير عام ٢٠٠٧ إلى :

(أ) أن هناك زيادة في معدل الحرارة العالمي بنحو ٠,٧٤ درجة مئوية اعلى من القرن الماضي.

(ب) أن (أدفي) ١١ سنة قد سجلت في الفترات الأخيرة (١٩٩٥-٢٠٠٦) مما يشير إلى أن معدل الدفء العالمي نفسه في زيادة، وأن معدل الزيادة هو ٠,٢ من الدرجة / كل عقد (كل ١٠ سنوات) (Silver, 2008, p.11).

أما عن تأثير ارتفاع درجة حرارة الأرض على الجفاف فإنه يمكن ملاحظة أن ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض درجة واحدة  $^{\circ}\text{C}$  ( $+1,8^{\circ}\text{C}$ ) يؤدي إلى :

- نقص كمية المياه المتاحة في العروض الوسطى وفي المناطق الجافة dry.
- تزيد المياه في كل من العروض المدارية الرطبة والعروض العليا (الباردة).
- تنتج زيادة في الجفاف، وحدثت كوارث ناتجة عن الحرائق الطبيعية.
- تحدث زيادة في الوفيات بسبب الموجات الحارة، وتحدث زيادة في حالات سوء التغذية ويظهر ما يعرف بجفاف المجاعة (Silver, 2008, table 72, p.159)



المصدر: شبكة الانترنت بتصرف.

الاتجاه في عدد الايام شديدة الحرّ للفترة ١٩٧٠ - ٢٠٠٩  
 ( يوم / ١٠ سنوات ) في استراليا  
 شكل (٦)

## مثال تطبيقي :

إن مناخ استراليا على سبيل الذكر - وعلى المستوى العالمى أيضاً قد حدث به تغير، فمنذ أواسط القرن العشرين أخذت درجة الحرارة فى الارتفاع بنحو ١°م مئوية واحدة، وحدثت زيادة فى تكرار الموجات الحرارية (الموجات الساخنة) وحدث نقص فى عدد أيام الصقيع والايام الباردة. ونتج عن ذلك نقص فى تساقط المطر خلال الخمسين سنة الأخيرة.

وتؤكد الخريطة شكل (٦) والتى تبين اتجاه عدد الأيام الحارة جداً خلال الفترة ١٩٧٠-٢٠٠٩ فى استراليا (والأيام / لكل عقد أو لكل ١٠ سنوات) ويظهر من الشكل أن عدد الأيام قد زاد من ٣ - ٧,٥ يوم / كل ١٠ سنوات وذلك خلال فترة ٤٠ سنة بينما النقص فى مثل هذه الأيام كان أقل وأن معظم المحطات سجلت أن عدد أيام البرد والصقيع كان من ١-٣ أيام / كل ١٠ سنوات وتكون النتيجة هى الاتجاه نحو السخونة أكثر منه ميلا نحو البرودة:

- فالزيادة فى اتجاه عدد الأيام الحارة جداً من ٣+ إلى ٧,٥ يوم / ١٠ سنوات.

- والنقص فى مثل هذه الحالات وزيادة البرودة كانت من ١ - إلى ٣ يوم / ١٠ سنوات .

ويلاحظ فى مثال آخر وهو روسيا أن درجة الحرارة قد ارتفعت. هذا العام ٢٠١٠ فى أوائل شهر أغسطس إلى ٣٨°م وهى الأعلى منذ ١٣٠ سنة ماضية.

(١٠) العوامل البشرية : شاركت أيدى الإنسان فى حدوث الجفاف والقحولة متضافرة فى ذلك مع العوامل الطبيعية للعمل على ظهور هذه المشكلة. ويظهر أثر الإنسان حسبما أشار أورميرود Ormerod عام ١٩٧٨ فى حدوث ذلك فى المناطق الهامشية، وذلك بسبب التنمية الاقتصادية فى المناطق القاحلة. ونتيجة ممارسة الإنسان زاد تأثيره على زيادة حدة الجفاف والقحولة لشدة الاحتياج

تتراحم وتتافس من قبل الإنسان على الأرض في مناطق مراعى الأراضى الجافة، وانتهاج الإنسان سياسة التكتيف لزيادة الإنتاج المحلى وهذا يتسبب في زيادة معدلات نحت الأراضى الزراعية (Hudson, 1987, p.4). ومن أمثلة ذلك ما حدث بإقليم الساحل حيث بدأ نمط التكتيف الزراعى مع ظروف تذبذب الأمطار، وأصبح هناك زراعة متقلبة وأصبح نحت التربة واضحاً بسبب الزراعة الناتج عن الزيادة والنمو السكانى المتزايد (Smith, 2001).

فمثلاً نجد أنه قد زادت الكثافة السكانية فى إقليم الساحل وتضاعف الحجم السكانى خلال ٢٠ - ٣٠ سنة وزاد التكتيف الزراعى مما أدى إلى حدوث التصحر فى مناطق الأراضى التى كثفت فيها زراعة المحاصيل، والرعى الجائر فى مناطق اراضى المراعى وتقطع الشجيرات وحدث نحت للتربة بسبب قطع الأشجار لأغراض الطاقة والطهى. (Smith & Petley, 2009, p.275) وقد تسبب الانفجار السكانى فى القرن العشرين فى نقص مستوى المياه فى مناطق السحب المكثف، مما أدى إلى هبوط مستوى المياه خاصة فى مناطق الاستصلاح الزراعى وسبب هذا ظهور الجفاف الهيدرولوجى.

(١١) التلوث الهوائى سبب للجفاف : نظراً للتطور الصناعى الذى شهده العالم، وزيادة الانبعاثات من مصادر عديدة إلى طبقات الهوائى، وحدث تلوث الهواء بسبب ذلك، فإن زيادة ثانى أكسيد الكربون فى الهواء وهو من الملوثات الهوائية قد أدى إلى حدوث جفاف أو زيادة حدته، خاصة زيادة الانبعاث فى المناطق الواقعة على هوامش المناطق الجافة، ويمثل هذا سبباً اجتماعياً يؤدي إلى وجود صدام بيئى حسبما أشار إلى ذلك جلانتز (Glantz, 1987)

وتعتبر عملية حرق الطاقة الحضرية Fossil fuels من عوامل الدفئ العالمى وهو اسم مشتق من الطاقة المتبقية فى المادة العضوية المحفوظة منذ الفترات الجيولوجية وما قبل التاريخ فى النبات والحيوان، سواء تحللت وكونت غاز طبيعى وبترول، أو متخللة المكونات الصلبة التى تحولت إلى صخر مثلما الحال

فى الغابات التى طمرت وتصلبت وكونت الفحم الحجرى.

وحتىما يتم حرق الفحم أو الغاز الطبقى والبترول فإنه لا يشتعل إلا فى وجود عنصر الأكسجين ( $O_2$ ) ومن هنا فإن :

الطاقة الحفرىة + أكسجين ← يعطينا ثانى أكسید الكربون + ماء

وبالتالى فإن استهلاك الطاقة الحفرىة یزید من نتاج ثانى أكسید الكربون والذى يعمل على الإمساك بالحرارة مما یزید من الدفئ وهذا یساعد على حدوث الجفاف أو زیادة حدته.

(١٢) التحضر :

یشیر سیلفر (Silver, 2008, p.27) إلى أن ٥٠% من سكان العالم یسكن فى مراكز حضرىة، ویتسببون فى رفع درجة الحرارة محلیاً، والتى یمكن أن تساعد على حدوث الدفئ العالمى. وقد أشارت المنظمة العالمیة لتغیر المناخ IPCC إلى نتائج دراستها فى هذا المجال حیث انتهت إلى أنه :

أ- أضافت الأنشطة البشرىة منذ عام ١٧٥٠م دفناً إلى الارض

ب- بحلول عام ٢٠٣٠ سوف یعانى ٧٥ ملیون نسمة من سكان قارة أفریقیا من العجز المائى.

ج- یتوقع حدوث موجات حرارىة أكثر حرارة وأطول فى فتراتھا الزمنىة.

د- معدل درجة حرارة الأرض كانت منذ قرن مضى  $13,7^{\circ}C$  وهو الآن یبلغ  $14,4^{\circ}C$ .

هـ - حدثت زیادة عالمیة فى أحوال الجفاف drought عامة منذ عام ١٩٠٠ .

و- رغم أن بعض المناطق شهدت رطوبة منذ تلك الفترة إلا أن هناك مناطق كثيرة قد شهدت حالات الجفاف.

ز- ارتفاع درجة حرارة الأرض درجة واحدة مئوية لحرارة الهواء على سطح الأرض (١ °م) أعلى من المعدل يزيد التبخر، ويعمل على الإمساك بنحو ٧% من بخار الماء يظل عالقا في الهواء (اي يمنعها من السقوط في هيئة مطر) وهذه الحرارة أيضا تزيد التبخر من التربة، تاركة التربة عرضة للجفاف ويحدث بها جفاف، ويعرف بجفاف التربة أو الجفاف الزراعى.

## الفصل الثانى

أسس تحديد وتصنيف الجفاف  
وتطبيقاتها



## أسس تحديد وتصنيف الجفاف وتطبيقاتها

فى هذا الفصل سوف نتعرض بالدراسة لعدة عناصر، ونقوم بالتطبيق على دول من كل قارة، من خلال اختيار محطات مناخية تقع فى مناطق تتعرض لأحوال الجفاف أو للقحولة، بحيث نختار محطة واحدة فى الدولة أو محطتان على الأكثر إحداهما فى بيئة تتعرض للجفاف وأخرى تكون فى النطاق القاحل. وأهم العناصر التى سيعالجها هذا الفصل :

أولاً : أسس تحديد الجفاف.

ثانياً : تصنيف الجفاف

ثالثاً : أنواع الجفاف.

رابعاً : توزيع الجفاف

أولاً : أسس تحديد الجفاف :

وجدت مجموعة أو عدة طرق رياضية بسيطة يمكن من خلالها تحديد قيمة تعكس حالة وجود قحولة أو عدم وجودها وهل هناك درجة من الجفاف ؟ والحالة النباتية المصاحبة له فى كل حال من الأحوال. ويعتبر دى مارتون مبن أوائل الجغرافيين الذين وضعوا طريقة لتحديد القحولة. وقد اعتمد فى دراسته عن معامل القحولة The Index of Aridity الذى نشره عام ١٩٢٦ على أساس أن فعل الحرارة يكون غالباً وسائداً فى العروض العليا، والتساقط يكون فى العروض الدنيا، وهما يمارسان تأثيرهما فى أى مكان فكل منهما أكثر حساسية فى مكانه.

فالحارة تنخفض فى العروض العليا إلى حد التجمد وبالتالي يظهر أثرها فى وجود حالة تجمد هيدرولوجى وعدم المنفعة من التساقط الثلجى فتظهر الصحارى الباردة - أو الجليدية وهى أراضى تتخلل ضمن الاراضى القاحلة فى هذه الحالة. أما التساقط فى العروض الدنيا فنجد أنه يكاد ينعدم أو يقل ويندر فى النطاق من ١٨ - ٣٠° شمالاً وجنوباً، وبالتالي يؤثر نقصه فى ظهور الجفاف والذى يصل إلى حد القحولة.

ومن هنا صاغ دى مارتون (De Martonne, 1927, p.403) معامل القحولة بالطريقة الآتية :

$$\text{معامل القحولة} = (T + 10) : P$$

حيث أن  $P =$  التساقط السنوى.

$$T = \text{متوسط الحرارة السنوى بالدرجة المئوية.}$$

$$10 = \text{معامل ثابت أو قيمة ثابتة.}$$

ويكون هنا صفر تحكى حينما تكون الحرارة  $- 10^{\circ} \text{م.}$

وذلك حتى يتسنى تطبيق المعادلة للمناطق التى يحدث فيها تجمد وانخفاض الحرارة عن الصفر المئوى وتصبح بالسالب ولذا فإن إضافة القيمة 10 تجعل النتائج بالموجب وليست بالسالب.

وبإعادة صياغة المعامل بطريقة عرض أسهل فإن :

$$\text{معامل القحولة} = \frac{\text{كمية التساقط السنوى بالمليمتر}}{(\text{متوسط الحرارة السنوى بالمئوية} + 10)}$$

وبطريقة ثالثة = :

$$\text{معامل القحولة} = \frac{(\text{كمية المطر السنوى بالمليمتر})}{(\text{متوسط الحرارة السنوى بالمئوى} + 10)}$$

ويمكن تطبيق هذا المعامل على قيم مناخية خاصة بسنة واحدة لمعرفة صفة الإقليم والدرجة التى وصلت إليها القحولة ، كما أنه يمكن تطبيقه المعدلات المناخية من أجل التصنيف العالمى والمقارنة.

فمعامل الجفاف إما أن يتم حسابه لسنة واحدة محددة وهذا يكون لمعرفة درجة الجفاف أو يتم حسابه لمتوسط قيم المطر السنوى لفترة طويلة بالمنطقة ومتوسط درجة الحرارة السنوى لفترة طويلة بنفس المنطقة ونفس المحطة المناخية

وهذا يكون الهدف منه ليس معرفة درجة الجفاف فقط وإنما يكون لتصنيف المنطقة. ونتائج قيمة المعامل عادة تكون قيماً موجبة، وتزيد عن قيمة الواحد الصحيح حتى تصل إلى قيم بالعشرات كرقم للمعامل، بحيث يمكن أن تبلغ ٢٠، أو ٣٠، أو ٥٠ وهكذا وكل منها له دلالة الجغرافية.

وبتطبيق معامل دي مارتون نحصل على قيمة، فإذا كانت :

قيمتها ٥ = يشير إلى وجود صحراء حقيقية من الناحية النباتية أو من الناحية الهيدروجرافية (المائية).

والقيمة ١٠ = تشير إلى الاستبس الجاف.

والقيمة ٢٠ = تشير إلى البرارى.

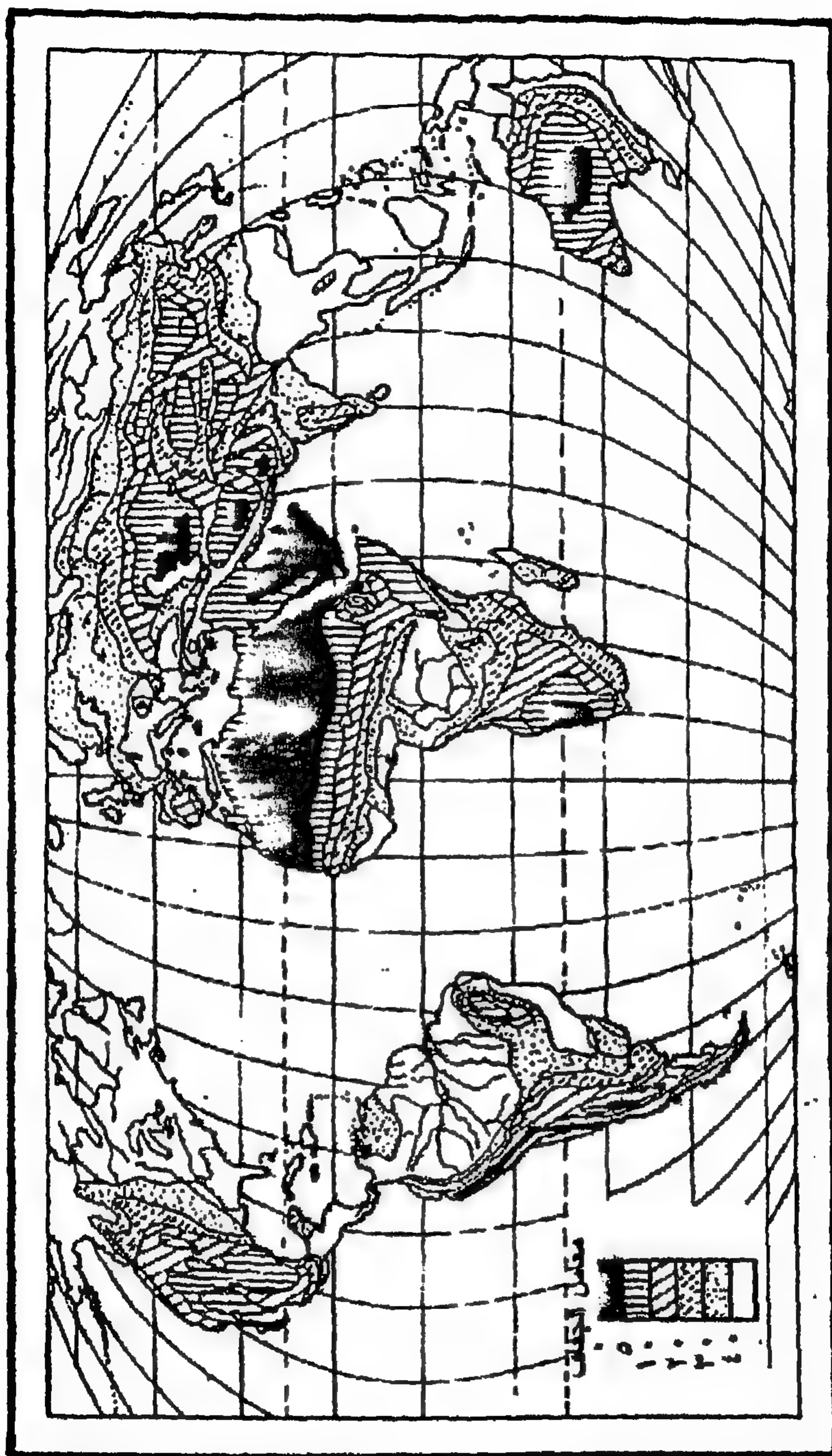
والقيمة ٣٠ = (فأكثر) تعكس وجود غابات بالنسبة للنبات الطبيعى. ولنذكر بعض القيم الأقل من ١٠ حيث يبلغ المعامل قيمة ٦ فى الصحراء الكبرى، و ٣ فى التركستان الروسى، و ٢ فى ليبيا فى صحراء شيلي، و ١ فى كوبياو فى شيلي. كما فى شكل (٧).

### الطريقة الثانية :

وهناك طريقة لتحديد الخصائص المناخية للمناطق القاحلة وذلك باستخدام معامل : [أقصى معدل سنوى للمطر ÷ أننى معدل سنوى] أو باستخدام نسبة الانحراف عن متوسط التساقط السنوى، ويكون هذا المعامل قيمته عالية ويزيد إذا اتجهت الأمطار نحو التناقص :

مثال ذلك : حالة القحولة يكون المعامل = ٦ - ٢٠ % ونسبة الانحراف عن المتوسط = ٣٥ - ٧٠ %

والحالة شديدة القحولة يكون المعامل = ١٠٠ % أو أكثر ونسبة الانحراف عن المتوسط = ١٥٠ %.



معامل الجفاف عند دي مارتون وتوزيعه على قارات العالم

شكل (٧)

### الطريقة الثالثة :

يصاغ معامل الجفاف عند بوديكو كالتالى  $D = R / LP$

حيث أن  $D$  = معامل الجفاف dryness

$R$  = متوسط صافى الإشعاع الشمسى السنوى

$P$  = متوسط التساقط السنوى بالمليمتر.

$L$  = الحرارة الكامنة اللازمة لتبخير المياه كما فى جدول (٣)

وجاءت قيم بوديكو كالتالى :

### جدول (٣)

معاملات الجفاف والنبات المصاحب عند بوديكو

النباتات المصاحبة والاستجابة النباتية	معامل الجفاف
استبس وسافانا	١,١ - ٢,٣
شبه صحراوية	٢,٣ - ٣,٤
صحراء	أكبر من ٣,٤

المصدر : عن U.N., 1977

### ثانياً : التطبيق :

#### (١) التطبيق على المملكة العربية السعودية :

إذا أخذنا مدينة الرياض فى وسط المملكة وطبقنا عليها معامل الجفاف

لديمارتون، فإنه يكون كالتالى :

١- متوسط درجة حرارة يناير فى الرياض فى الفترة ٧٠-١٩٩٣ = ١٤°م

٢- متوسط درجة حرارة يوليو = ٣٤°م (السقا، ١٩٩٨)

٣- معدل الحرارة السنوى = ٣٤ + ١٤ = ٤٨ ÷ ٢ = ٢٤°م

### جدول (٤)

كميات المطر في الرياض بالسعودية بالمليمتري في الفترة ١٩٨٨-٦٤

السنة	كمية المطر	السنة	كمية المطر	السنة	كمية المطر
١٩٦٤	١٦٤,٣	١٩٧٤	٧٠,٣	١٩٨٣	٦٤,٤
١٩٦٥	٥٧	١٩٧٥	١٢٣	١٩٨٤	٧٠,٧
١٩٦٦	٢٧,١	١٩٧٦	١٧٦,٦	١٩٨٥	٩٢
١٩٦٨	١٢٥,٧	١٩٧٧	٢٣,٢	١٩٨٦	١٤٦,٥
١٩٦٩	١٢٣,٤	١٩٧٨	٢٩,٢	١٩٨٧	٥٣
١٩٧٠	١٢,٦	١٩٧٩	٥٣,٧	١٩٨٨	٧٦,٤
١٩٧١	٩٠,٣	١٩٨٠	٦٧,٢		
١٩٧٢	١٢٠,٥	١٩٨١	٢٦,٨		
١٩٧٣	٥٤,٧	١٩٨٢	١٤٨,٨		
المتوسط العام				٨٤,٥	

المصدر: وزارة الاقتصاد والتخطيط ، سنوات متعددة ، المملكة العربية السعودية.

٤- المتوسط العام للمطر بالمنطقة = ٨٤,٥ ملليمتر / السنة جدول (٤).

٥- متوسط درجة الحرارة السنوي = ٢٤°م كما سبق الذكر.

٦- معامل الجفاف = ٨٤,٥ ÷ (١٠ + ٢٤).

$$= ٣٤ ÷ ٨٤,٥$$

$$= ٢,٤٨ = ٢,٥ تقريبا$$

وإذا طبقنا الطريقة الثانية وهي :

معامل الجفاف = أقصى معدل سنوي للمطر ÷ أدنى معدل سنوي للمطر

وإذا أخذنا محطة الرياض كما في جدول (٤) نلاحظ أن :

- أقصى معدل سنوي = ١٧٦,٦ ملليمتر

- أدنى معدل سنوي = ١٢,٦

- قيمة معامل الجفاف =  $176,6 \div 12,6 = 14$

لما كان المعامل يقع بين قيمتي ٦ - ٢٠% فإن المنطقة تكون قاحلة، وهذا ما أكده محمد بن (محمد، ١٩٨٩، ص ٢٣٧) حينما أشار بعد معالجة إحصائية أن الرياض تتبع الإقليم الجاف (ويقصد هنا القاحل arid)، وقد تخرج الرياض في بعض النتائج إلى الإقليم شبه الجاف semi-arid ويقصد به هنا شبه القاحل.

### جدول (٥)

خصائص المطر والحرارة في محطة خميس مشيط  
جنوب غرب المملكة العربية السعودية عام ٢٠٠٤

المتوسط درجة الحرارة	درجة الحرارة الصغرى	درجة الحرارة العظمى	المطر بالمليمتير	
١٧	٦,٢	٢٧,٨	٥,٨	يناير
١٧,٤	٥,٣	٢٩,٤	-	فبراير
١٧,٧	٧	٢٨,٣	١٢,٨	مارس
١٩,٩	٨	٣١,٨	١٥٥,٦	أبريل
٢٣,٣	١٣	٣٣,٥	٨,٩	مايو
٢٤,١	١٥,٤	٣٢,٨	١٠,٦	يونية
٢٥,٧	١٦,٩	٣٤,٦	٧,٨	يولية
٢٤,٥	١٦,١	٣٤,٨	٢٩,٩	أغسطس
٢٣,١	١٣,٥	٣٢,٧	-	سبتمبر
١٩,٦	٩	٣٠,٢	-	أكتوبر
١٨,٤	٩,٨	٢٧	٢,٢	نوفمبر
١٣,٣	١,٩	٢٤,٦	٤	ديسمبر
٢٤,٤	-	-	٣٥٢,٨	المجموع
٢٠,٣				المتوسط

المصدر : البيانات الأصلية عن وزارة الاقتصاد والتخطيط ٢٠٠٤، والمتوسطات من حساب المؤلف.

أما إذا أخذنا سنة مستقلة ولتكن سنة ٢٠٠٤م بكامل بياناتها في منطقة خميس مشيط جنوب غرب المملكة العربية السعودية، حيث يزيد التساقط، والمطر غزير بفعل جبال عسير والسرّوات في هذه المنطقة، والمطر يكون متأثراً بالنظام الموسمي الصيفي المطير فإننا يمكن أن نلاحظ كما في جدول (٥) أن :

$$١- \text{مجموع المطر السنوي بالمنطقة} = ٣٥٢,٨ \text{ ملليمتر}$$

$$٢- \text{متوسط درجة الحرارة لنفس السنة} = ٢٠,٣ \text{ درجة مئوية}$$

$$٣- \text{معامل الجفاف (حسب ديمارتون)} :$$

$$= ٣٥٢,٨ \div (١٠ + ٢٠,٣)$$

$$= ٣٠,٣ \div ٣٥٢,٨$$

$$= ١١,٦$$

ولما كانت قيمة المعامل أكبر من ١٠ (حيث أن معامل ١٠ يشير إلى الاستبس الجاف) فإن المنطقة تكون شبه مطيرة وتشير إلى الاستبس الجاف، وهذا يخرجها من النطاق القاحل arid في شبه الجزيرة العربية، وتخضع في هذه الحالة لنظام المطر الذي يمكن أن يقل في بعض السنوات فيحدث جفاف dry.

## (٢) التطبيق على الولايات المتحدة والمكسيك

إذا أخذنا محطة في منطقة تقع جنوب غرب الولايات المتحدة، حيث يوجد مطر، وتتعرض المنطقة لسنوات جفاف ونقص المطر drought ولتكن محطة توكسون Tucson عند المنابع الجنوبية الغربية لنهر كلورادو سواء سانتاكروز أو سان بدرو في أريزونا والتي تقع على خط عرض ١٥° ٣٢' شمالاً وعلى ارتفاع ٧٢٩ متراً عن مستوى البحر، ولفترة سنوات مناخية بلغت ٦٣ سنة نجد كما هو موضح في جدول (٦) وفي محطة بورتو باناسكو في سونورا، والتي تقع أيضاً على خط عرض ٥° ٣١' شمالاً في المكسيك على الساحل الشمالي لخليج كاليفورنيا (المدة ٢٠ سنة) نجد أن :

## جدول (٦)

متوسط الحرارة (بالمئوي) والمطر (سم) في محطة توكسون باريزونا،

وبورتو باناسكو/ في سونورا بالولايات المتحدة والمكسيك

بورتو باناسكو - سونورا					توكسون - اريزونا			
المنطقة	التميز	السنوي	الشتاء	الصيف	السنوي	الشتاء	الصيف	
أريزونا	مئوية	٢٠	١١	٢٩	١٩	١٠	٣٠	متوسط الحرارة
المكسيك	سم	١٠٣,٦٣	٤٩,٩٩	٥٣,٦٤	٣٣٢,٥٤	١٣٨,٠٧	١٩٤,٤٦	متوسط المطر

المصدر : After Hodges et al., p.60

١- في اريزونا نجد أن معامل دي مارتون للجفاف (القحولة) :

$$(10 + 19) \div 332,54 =$$

$$11,5 = 29 \div 332,54 =$$

٢- في شمال غرب المكسيك  $103,63 \div (10 + 20) =$

$$3,5 = 30 \div 103,63 =$$

٣- يلاحظ أن منطقة وسط وغرب أريزونا - وهي صحراء تقطعا الأنهار تظهر أنها استبس جاف (لأنها أكبر من ١٠) بينما في شمال غرب المكسيك تكون المنطقة معامل جفافها حسب دي مارتون ٣,٥ ، أي أنه يشير إلى وجود صحراء حقيقية من الناحية الهيدروجرافية (المائية) أو من الناحية النباتية لأنه يقل عن ٥ ، والمعامل ذو القيمة ٥ يشير إلى مثل هذه الحالات، وبالتالي فإن الصحراء هنا - وهي صحراء سونورا تكون ليست قاحلة فقط، بل تكون شديدة القحولة والتي يقترب منها المعامل في الرياض - بالسعودية والذي بلغ ٢,٥ كما سبق الذكر.

### (٣) التطبيق على تشاد (بأفريقيا) :

يمثل هذا الموقع في التطبيق محورا هاماً، حيث تقع معظم أراضي تشاد ضمن إقليم الساحل بأفريقيا، ومن هنا فإن هناك مناطق مطيرة صيفا تقع في نطاق السافانا - المتوسطة أو الفقيرة حسب درجة المطر والغنى النباتي.

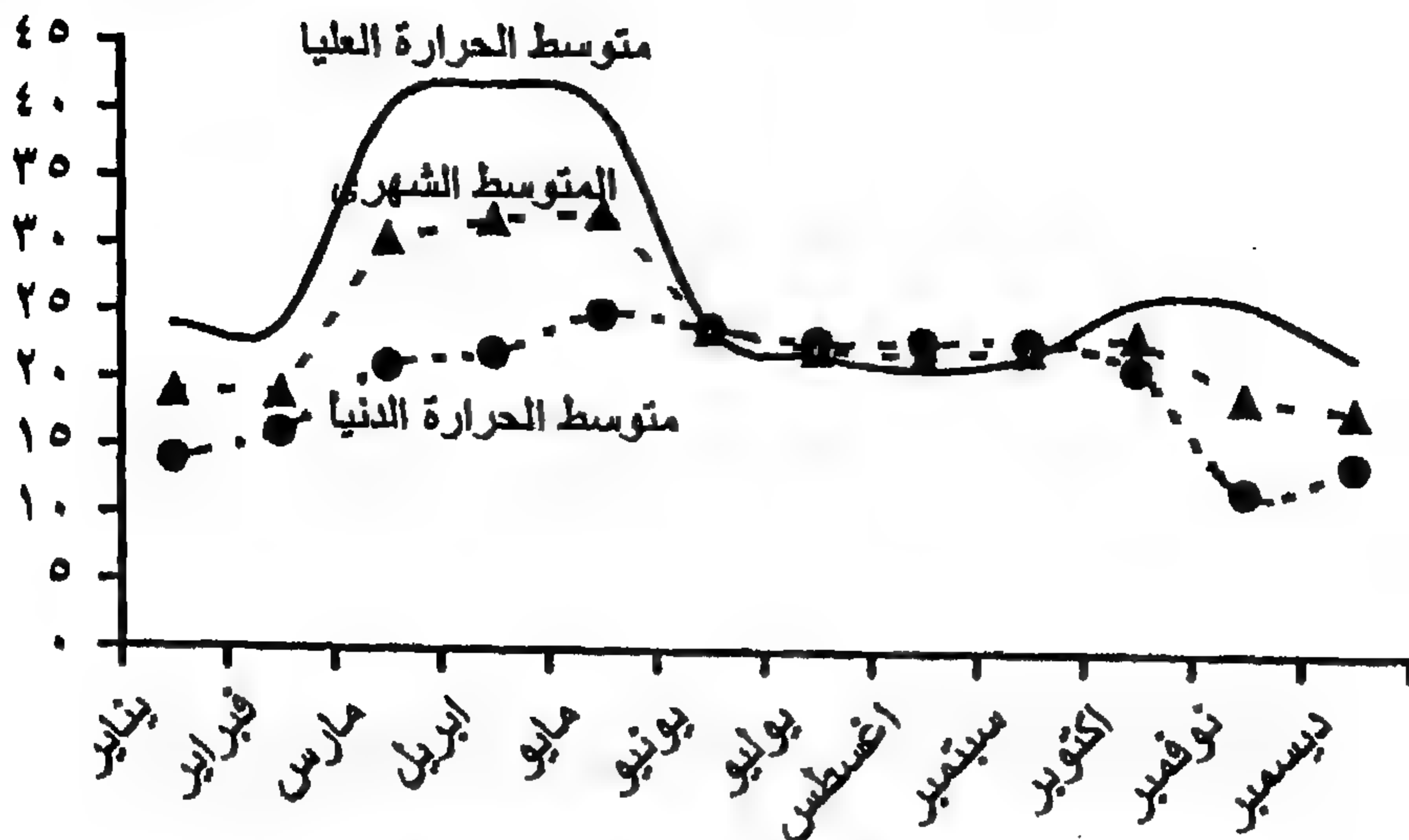
وقد تم اختيار محطة نجامينا (العاصمة) للتطبيق، حيث تقع على خط عرض ١٠° ١٢' شمالاً، وخط طول ٠٠° ١٥' شرقاً. وبيانات الجدول رقم (٧) توضح عنصرى الحرارة والمطر، لمدة ١٢ سنة (١٩٩٧م / ٢٠٠٩)، وهى على ارتفاع ٢٩٤ متراً من مستوى البحر.

### جدول (٧)

خصائص الحرارة والمطر في محطة نجامينا في تشاد للفترة ١٩٩٧ / ٢٠٠٩

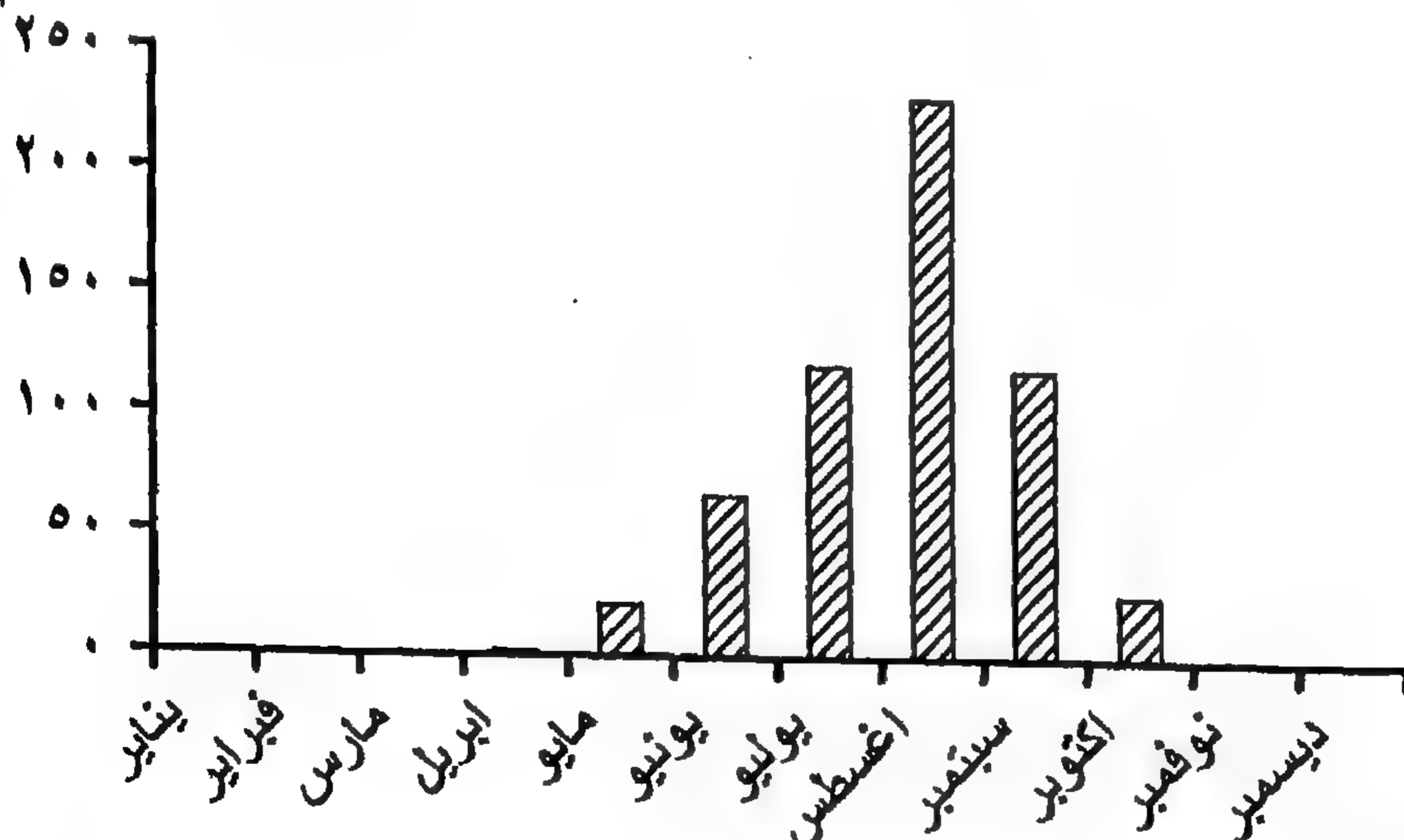
الشهر	متوسط أعلى حرارة بالملئوى	متوسط أدنى حرارة بالملئوى	معدل الحرارة بالملئوى	كمية المطر بالمليمتري
يناير	٢٤	١٤	١٩	-
فبراير	٢٢	١٦	١٩	-
مارس	٤٠	٢١	٣٠,٥	-
أبريل	٤٢	٢٢	٣٢	٢
مايو	٤٠	٢٥	٣٢,٥	٢١
يونية	٢٤	٢٤	٢٤	٦٦
يولية	٢٢	٢٣	٢٢,٥	١٢٠
أغسطس	٢١	٢٣	٢٢	٢٣٠
سبتمبر	٢٢	٢٣	٢٢,٥	١١٩
أكتوبر	٢٦	٢١	٢٣,٥	٢٦
نوفمبر	٢٦	١٢	١٩	-
ديسمبر	٢٢	١٤	١٨	-
المجموع	-	-	-	٥٨٤

درجة مئوية



خصائص الحرارة في محطة ناجمينا بتشاد

مم



القيم لمدة ١٢ سنة من ١٩٩٧ - ٢٠٠٩

كمية المطر الشهري في محطة ناجمينا بتشاد

خصائص الحرارة والمطر في محطة ناجمينا - تشاد

شكل (٨)

وبتطبيق معامل الجفاف عند (دى مارتون) يتضح الآتى :

$$١- \text{مجموع متوسط الحرارة} = ٢٨٤$$

$$\text{و المتوسط السنوى للحرارة} = ٢٨٤ \div ١٢ = ٢٣,٦^\circ \text{م}$$

$$٢- \text{مجموع المطر السنوى} = ٥٨٤ \text{ ملليمتر جدول (٧) و شكل (٨).}$$

$$٣- \text{معامل الجفاف} = ٥٨٤ \div (١٠ + ٢٣,٦)$$

$$= ٣٣,٦ \div ٥٨٤ = ١٧,٤$$

٤- لما كانت قيمة المعامل ١٠ تشير إلى الاستبس الجاف

وقيمة المعامل ٢٠ تشير إلى البرارى

والمعامل الناتج هنا = ١٧,٤ أى يقع بينهما

إذن المنطقة تمثل منطقة حشائش أقرب إلى الغنى منها إلى الفقيرة خاصة إذا عرفنا أن نطاق السافانا فى أفريقيا يقع ما بين ١٠ - ١٨° شمالا (جنوبا) وأن الموقع الفلكى للمنطقة هنا هو ١٠° - ١٢° شمالا أى فى نطاق السافانا الغنية.

(٤) أمثلة تطبيقية أخرى فى البيئة العربية :

أ- فى وسط الأردن فى منطقة القطرنة الواقعة فى محافظة الكرك وصل معامل الجفاف عند ديمارتون إلى ٤,١ ويعكس أن المنطقة صحراء قاحلة Arid.

ب- فى السودان فى محطة كادوجلى فى كردفان على خط عرض ١٢° شمالا وصل المعامل إلى ٧٦٤ مم  $\div (١٠ + ٢٧) = ٢٠,٥$  وهى منطقة سافانا غنية، وغزيرة المطر.

ج- فى القدس فى فلسطين وصل المعامل إلى ٦٩٣ ملليمتر  $\div (١٠ + ١٦,٦) = ٢٦$  أى منطقة برارى، وهى هناك حشائش مشجرة.

د- فى ليبيا فى محطة طبرق على الساحل الليبى وصل المعامل = ١٩٠,١ مم  $\div (١٠ + ٢٠,٢) = ٣,٦$  أى استبس جاف وهى حشائش فى حوض البحر المتوسط.

### ثالثاً : تصنيف الجفاف :

ظهرت عدة تصنيفات للجفاف، وأحواله وليس لمناطقه وتوزعه المكاني. فهناك تصنيف حجمي (هل الجفاف جزئي أم كلي ؟) وهناك تصنيف لدرجات الأخطار المرتبطة بنقص المطر، وهناك تصنيف ثالث حسب حالة المطر، ويمكن ذكر ذلك على النحو التالي :

#### (١) تصنيف هيئة المطر البريطانية :

ظهر هذا التصنيف عام ١٩٣٩، حيث صنفته الهيئة الجفاف إلى ثلاث فئات وهي كالتالي (Gurjar & Jat, 2008, p.259) :

أ- جفاف مطلق absolute drought : ويحدث ذلك حينما يصبح التساقط العادي أقل من ٠,٠١ من البوصة يومياً (٠,٢٥ مم) بشكل مستمر لمدة ١٥ يوما.

ب- جفاف جزئي partial drought : ويظهر حينما يكون معدل التساقط أعلى من ٠,٠١ من البوصة (٠,٢٥ مم) أو أكثر ولمدة ٢٩ يوما على الأقل بشكل مستمر.

ج- نوبة جفاف dry spell : ويظهر حينما يكون المطر المتساقط أقل من ٠,٠٤ من البوصة (١ ملليمتر واحد) وبشكل مستمر لمدة ١٥ يوما.

#### (٢) تصنيف قسم الأرصاد الهندية :

يشير قسم الأرصاد بالهند إلى أن الجفاف يحدث إذا قل تساقط المطر الفعلي إلى ٧٥% عن المعدل العام للتساقط بالإقليم الجغرافي. ولهذا فإنه قام بتصنيف الجفاف إلى شكلين :

أ- جفاف عادي normal : ويظهر حينما يقل المطر السنوي إلى ٧٥% بالنسبة للتساقط السنوي المعتاد أي أن نسبة غياب المطر تصل ٢٥%، بينما يقل التساقط الشهري إلى ٦٠% أو أقل من ذلك قياساً على التساقط الشهري المعتاد.

ب- جفاف قاس sever : وتظهر هذه الدرجة من الجفاف إذا كان غياب المطر بنسبة ٢٦ - ٥٠% عن التساقط المعتاد.

(٣) التصنيف الاسترالى :

تم فى استراليا وضع تصنيفا للجفاف وجاء كالتالى حسبما ذكره سميت وبيتلى (Smith & Petley, 2009, p.267)

أ- جفاف قاسى sever deficiency :

وفيه يقل سقوط المطر بنسبة ٥٠% عن معدل التساقط، وذلك لمدة لا تقل عن ٣ شهور.

ب-ب - جفاف خطر Serious :

وفيه يقل سقوط المطر بنسبة ١٠% عن معدل التساقط، وذلك لمدة لا تقل عن ٣ شهور.

ما هى سنة الجفاف ؟

تعرف السنة الجافة بأنها تلك السنة التى يتناقص فيها سقوط المطر عن كمية التساقط فى السنوات المعتادة. ولكن ما هى حدود هذا التناقص ؟

من هذا المنطلق يشار عادة إلى أنه تحسب السنة بأنها سنة جفاف إذا قلت كمية سقوط المطر إلى ٧٥% فقط من كمية التساقط المعتادة، أو أقل من ذلك. أى أنها السنة التى يقل فيها التساقط إلى ٧٥% فقط عن متوسط التساقط السنوى. بمعنى آخر إذا قلت كمية التساقط فى هذه السنة إلى نسبة ٢٥% من متوسط الكمية السنوية.

التطبيق :

إذا أخذنا محطة نجامينا فى تشاد التى تقع فى إقليم السافانا بإقليم الساحل فى أفريقيا ، وحيث أن كمية المطر السنوى متوافرة للفترة (١٩٣٢-١٩٩٠) وهى

فترة كافية للدراسة والتطبيق فإنه يمكن حساب متوسط المطر السنوى وهو = ٦٢٥ ملليمتر، لفترة ٥٩ سنة.

وبفحص قيم المطر السنوى أمكن تحديد ٧٥% من متوسط كمية المطر وهى = ٤٦٨ ملليمتر وقيمة ٥٠% من متوسط كمية المطر = ٣١٢,٥ ملليمتر (نصف الكمية)

ومن هنا فإنه :

- ٤- الجفاف العادى = نقص المطر السنوى بنسبة ٢٥% أو أقل.
  - ٥- الجفاف القاسى = نقص المطر السنوى ٢٥% - ٥٠%.
  - ٦- الجفاف الكارثى = نقص المطر السنوى بنسبة أكبر من ٥٠% عن المتوسط
- وقد أمكن تحديد السنوات التى قل فيها المطر عن مقدار المتوسط (٢٥ ملليمتر وهو متوسط التساقط للفترة)، ثم حسبت نسبة النقص عن المتوسط وهى :
- نسبة تناقص المطر =

$$(١) \text{ نحسب أولاً نسبة المطر الساقط} = \frac{\text{كمية المطر فى سنة التناقص}}{\text{المتوسط العام للمطر السنوى}} \times ١٠٠$$

$$(٢) \text{ نسبة تناقص المطر} = ١٠٠\% - \text{نسبة المطر الساقط}$$

المثال : (١) عام ١٩٣٤ كمية المطر = ٥٢٤ ملليمتر

$$(٢) \text{ متوسط المطر السنوى (خلال الفترة ١٩٣٢-١٩٩٠)} = ٦٢٥ \text{ ملليمتر}$$

$$(٣) \text{ نسبة المطر الساقط} = \frac{٥٢٤}{٦٢٥} \times ١٠٠ = ٨٣,٨\%$$

$$(٤) \text{ نسبة العجز فى سقوط المطر} = ١٠٠\% - ٨٣,٨\% = ١٦,٢\%$$

$$(٥) \text{ للحكم على حالة الجفاف نجد أنه} = \text{جفاف عادى (أى أقل من ٢٥\%)}$$

وبتطبيق ذلك على عدد سنوات الجفاف فى نجامينا كما فى جدول (٨) وجد

أن هناك ٢٧ سنة حدث بها جفاف أى بنسبة ٦٣% من عدد سنوات الدراسة حدث بها جفاف، ولذلك فإن معدل حدوث الجفاف أو تكرار حدوثه يكون عالى.

وبتصنيف درجات الجفاف drought في تشاد (محطة نجامينا) فإنه يمكن وضع حالات الجفاف بدرجاتها المختلفة على النحو التالي :

١- جفاف عادى : وهى التى يتناقص فيها المطر بنسبة ٢٥% أو أقل من ذلك، وقد وجد أن هذا الجفاف العادى حدث أو تكرر ٢٠ مرة فى محطة نجامينا.

٢- جفاف قاسى : وهى السنوات التى وصلت نسبة تناقص سقوط المطر فيها إلى ٢٥% - ٥٠% ، وعدد تكرار هذا الجفاف القاسى زاد إلى ١٥ سنة خلال الفترة المدروسة (١٩٣٢-١٩٩٠) مما يدل على شدة تأثير الجفاف فى إقليم الساحل بأفريقيا شكل (٩).

٣- جفاف كارثى : وهى السنوات التى قل سقوط المطر فيها بنسبة تزيد عن ٥٠% . للمتوسط السنوى للتساقط بالمحطة، أى أقل من نصف الكمية (أقل من ٣١٢,٥ ملليمتر). وقد حدث هذا النوع من الجفاف فى تشاد - بإقليم الساحل = وبالتالى إقليم الساحل كله مرتين خلال الفترة المدروسة، وذلك فى سنتى ١٩٨٤ ، ١٩٩٠.

ويلاحظ أن الجفاف الكارثى يحدث عادة امتداد أو بين سنوات الجفاف القاسى حيث تتطور حالة الجفاف القاسى وتسوء بحيث أن قلة المطر تؤدى تدريجيا بالانتقال من حالة الجفاف القاسى إلى حالة الجفاف الكارثى. وهذا حدث فى عام ١٩٨٤، حيث أن الجفاف القاسى بدأ بجفاف عادى عام ١٩٧٩ ثم جفاف قاسى عام ١٩٨٠ واستمر على نفس الدرجة ونفس الوتيرة حتى عام ١٩٨٣ مما أدى بالانتقال إلى حالة الجفاف الكارثى عام ١٩٨٤.

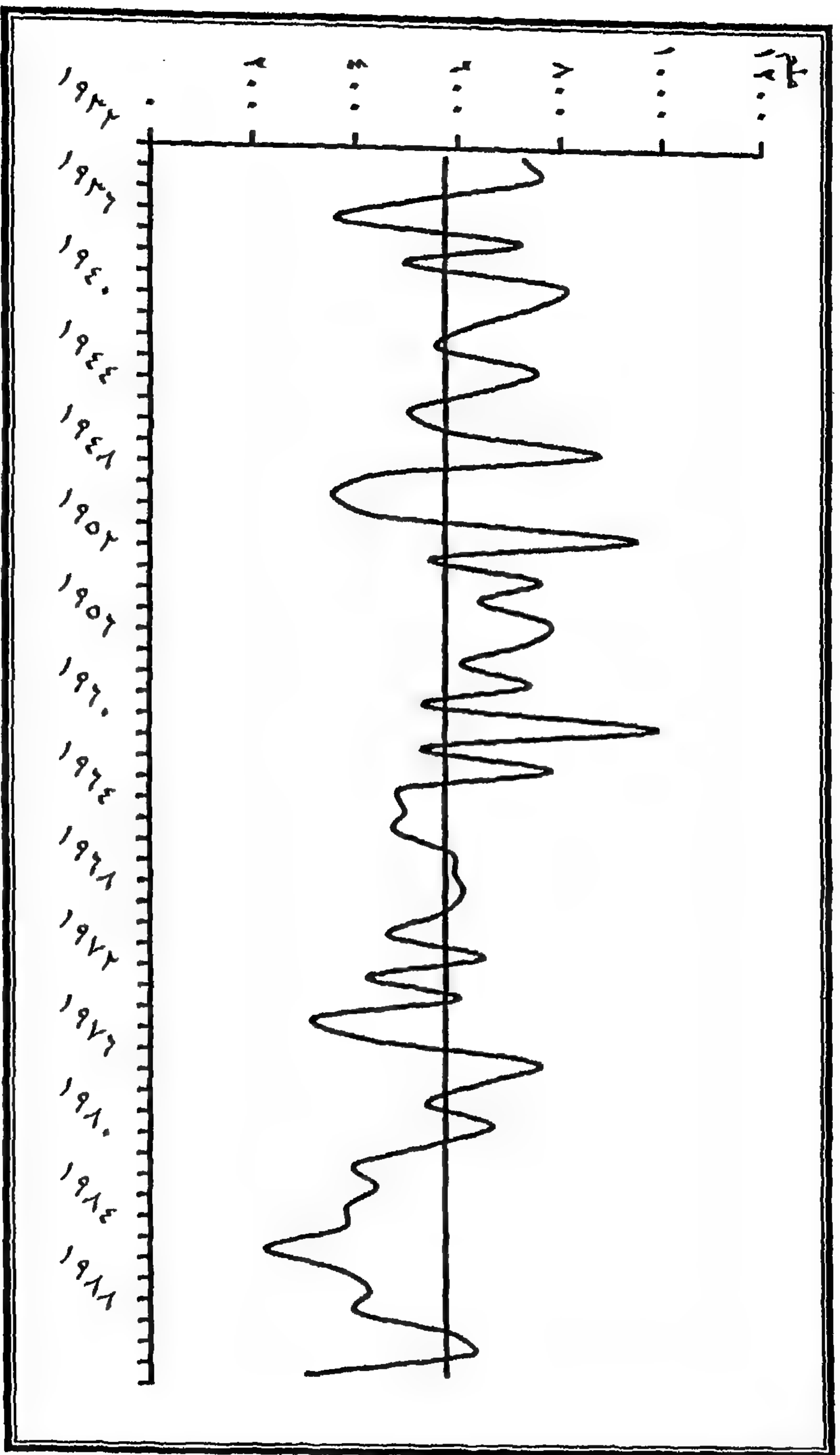
نموذج تطبيقي فى إستراليا :

إذا أخذنا أحد المحطات المناخية ولتكن محطة بروكن هل Broken Hill الواقعة على خط طول ١٥٠ ١٤١° شرقا وعلى خط عرض ٣٢° جنوباً تقريبا، نجد أن خصائص المطر خلال الفترة (١٩٠٠-٢٠٠٩) هى على النحو التالى جدول (٩) :

**جدول (٨)**  
**سنوات النقص ونسبة الجفاف المطرى فى محطة نجامين -**  
**فى تشاد فى الفترة (١٩٣٢-١٩٩٠)**

السنة	الكمية بالمليمتر	نسبة النقص %	صفة الجفاف	السنة	الكمية بالمليمتر	نسبة النقص %	صفة الجفاف
١٩٣٤	٥٢٤	١٦	عادى	١٩٦٨	٥٦٢	١٠	عادى
١٩٣٥	٣٦٧	٤١	قاسى	١٩٦٩	٤٦٥	٢٥,٦	قاسى
١٩٣٧	٤٩٨	٢٠,٣	عادى	١٩٧١	٤٢٣	٣٢,٣	قاسى
١٩٤١	٥٦٤	٩,٧	عادى	١٩٧٢	٦٠٣	٣,٥	عادى
١٩٤٤	٥٠٥	١٩,٢	عادى	١٩٧٣	٣١٦	٤٩,٤	قاسى
١٩٤٥	٥٨٨	٥,٩	عادى	١٩٧٤	٤٢٥	٣٢	قاسى
١٩٤٧	٤٥٦	٢٧	قاسى	١٩٧٧	٥٤٠	١٣,٦	عادى
١٩٤٨	٣٥٤	٤٣,٤	قاسى	١٩٧٩	٥٤٧	١٢,٥	عادى
١٩٤٩	٤٣٥	٣٠,٤	عادى	١٩٨٠	٣٩٧	٣٦,٥	قاسى
١٩٥١	٥٥٠	١٢	عادى	١٩٨١	٤٤١	٢٩,٤	قاسى
١٩٥٦	٦٠٧	٢,٩	عادى	١٩٨٢	٣٨٢	٣٨,٩	قاسى
١٩٥٨	٥٣٨	١٣,٩	عادى	١٩٨٣	٣٧٦	٣٩,٨	قاسى
١٩٦٠	٥٣٤	٦٤,٦	عادى	١٩٨٤	٢٢٥	٦٤	كارثى
١٩٦٢	٤٨٨	٢١,٩	عادى	١٩٨٥	٣٦٤	٤١,٨	قاسى
١٩٦٣	٤٩٨	٢٠,٣	عادى	١٩٨٦	٤٢٧	٣١,٧	قاسى
١٩٦٤	٤٧٨	٢٣,٥	عادى	١٩٨٧	٤٠٠	٣٦	قاسى
١٩٦٥	٥٨٧	٦	عادى	١٩٨٨	٥٨٤	٦,٦	عادى
١٩٦٦	٥٩٣	٥,١	عادى	١٩٩٠	٣٠٠	٥٢	كارثى
١٩٦٧	٦١٠	٢,٤	عادى	المعدل للعام	٦٢٥		

الشبكة العنكبوتية والنسب وصفة الجفاف من عمل المؤلف.



تغير كميات المطر في محطة ناجامينا - في تشاد بالقارة الافريقية

شكل (٩)

- فترة رصد المطر السنوى = ٩٩ سنة (هناك نقص بيانات من ١٩٧٩-١٩٨٥).
- أكبر كمية مطر سنوى سقطت بالمنطقة وصلت إلى ٨٣٨ ملليمتر عام ١٩٧٤.
- أقل كمية مطر سنوى سقطت كانت ٥٧,٤ ملليمتر عام ١٩٤٠.
- المتوسط السنوى للمطر فى الفترة المذكورة وصل ٢٤٥,٥ ملليمتر.
- الانحراف المعيارى لكميات المطر السنوى وصل ٨٨,٥ ملليمتر.
- لذا فإن معامل الاختلاف أو التباين فى كميات التساقط السنوى يبلغ ٠,٣٦.
- ولهذا فإن نسبة الاختلاف فى التساقط السنوى وصلت إلى ٣٦%.
- عدد السنوات التى قل فيها التساقط عن المتوسط السنوى للفترة كلها وصلت ٥٢ سنة، أى بنسبة ٥٢,٥% من إجمالى عدد السنوات. أى أن أكثر من نصف عدد السنوات المذكورة كان يحدث بها جفاف drought، حيث تخضع المنطقة للمطر الموسمى الذى يتأرجح فى كمياته من سنة لأخرى كما فى شكل (١٠).

ويلاحظ أيضا من الجدول أنه :

- (أ) يوجد ٢٢ سنة متفرقة حدث فيها الجفاف من النوع العادى والذى تقل كمية المطر عن المتوسط العام بنسبة أقل من ٢٥% وأغلب هذه السنوات يتركز فى النصف الأول من القرن العشرين خاصة قبل الأربعينيات.
- (ب) وجد أيضا الجفاف القاسى والذى تنخفض فيه كمية التساقط إلى (٢٥-٥٠%) وظهر أيضا ٢٢ مرة، وكانت سنواته متباعدة جدول (٩).
- (ج) ظهر الجفاف الكارثى ٨ مرات متفرقة، وكان أغلب تركزه فى الأربعينيات من القرن الماضى (القرن العشرين) والعشرينيات والستينيات ، وفى عام ٢٠٠٢ فى هذا القرن.
- (د) إن جملة حالات الجفاف القاسى والجفاف الكارثى وصل ٣٠ مرة (٣٠ سنة) خلال ٥٢ سنة وهذا أضر بالمحاصيل الزراعية كما سيأتى فيما بعد.

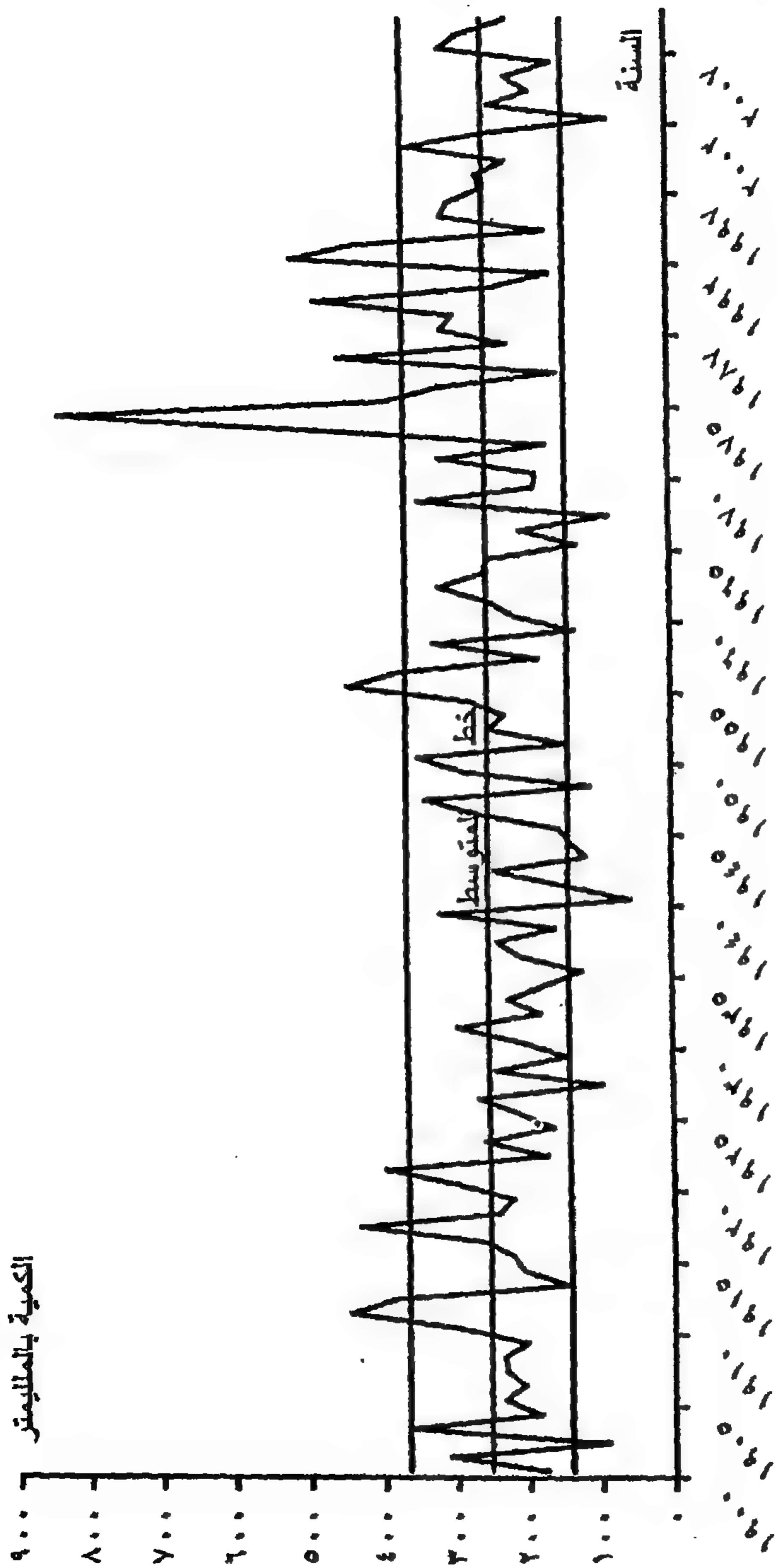
## جدول (٩)

سنوات الجفاف في محطة بروكن هل جنوب شرق استراليا

في الفترة (١٩٠٠-٢٠٠٩)

نسبة تناقص المطر %	السنة	نسبة تناقص المطر %	السنة	نسبة تناقص المطر %	السنة	نسبة تناقص المطر %	السنة
٦٥,٥	١٩٦٧	٧٦,٦	١٩٤٠	٢٩,٩	١٩٢٢	٢٨,٢	١٩٠٠
٢٤,٨	١٩٦٩	٣٩,٩	١٩٤١	٣٣,١	١٩٢٤	٦٢,٩	١٩٠٢
٢٥,٣	١٩٧٠	٥١,٩	١٩٤٣	١٣,٣	١٩٢٥	٢٥,١	١٩٠٤
٣١,٢	١٩٧٢	٤٤	١٩٤٤	٦٠,٤	١٩٢٧	١٦	١٩٠٦
٣٨,٣	١٩٧٧	٣٧,٥	١٩٤٥	٤١,٧	١٩٢٩	٥,٦	١٩٠٧
١٠	١٩٨٦	٥٥	١٩٤٨	١٥,٣	١٩٣٠	٤,٤	١٩٠٨
٣٤,٣	١٩٩١	٤١	١٩٥١	٢٦,٦	١٩٣٢	١٧,٦	١٩٠٩
٣١,٩	١٩٩٤	٦,٦	١٩٥٣	٧,٧	١٩٣٣	١٢,١	١٩١٠
٩,٦	١٩٩٩	٢٦,٤	١٩٥٧	٢٩,٤	١٩٣٤	٥٨,٤	١٩١٣
٦٧	٢٠٠٢	٤٦,٣	١٩٥٩	٤٩,٢	١٩٣٥	١٥,٨	١٩١٤
٢٣,٥	٢٠٠٤	١٢,٦	١٩٦٠	١٥	١٩٣٦	٩,٥	١٩١٥
٩,٩	٢٠٠٥	٤٨,٢	١٩٦٥	١,٦	١٩٣٧	١,٥	١٩١٨
٣٦,٥	٢٠٠٦	١٦,٣	١٩٦٦	٣٥,٢	١٩٣٨	١٠,٢	١٩١٩

نسب التناقص من حساب المؤلف.



تغير كمية المطر في محطة بروكن هل - BROKEN HILL - استراليا  
شكل (١٠)



الفصل الثالث

أنواع الجفاف



## أنواع الجفاف Types of Drought

قسم سمت (Smith 2001, p.291) الجفاف إلى أربعة أنواع رئيسية، لكل نوع منها ظروفه الخاصة في النشأة والتكوين والتأثير والتأثر وهي :

**أولاً : الجفاف الميتيورولوجي :** ويعرف بالجفاف الجوي وهو أقلها قسوة، وينتج هذا النوع عن نقص شديد غير متوقع في كمية الأمطار المتساقطة وتشتد الحاجة للمياه من الأمطار في هذه الحالة مما يتسبب في كارثة. ويحدد هذا النوع حسب الطول الكلي لفترة الجفاف، ومن هنا فإنه يختلف من مكان لآخر. ففي ليبيا تكون الفترة سنتان بينما تقل الفترة في جنوب كندا إلى شهر، وفي جزيرة بالي (في اندونيسيا) ٦ أيام فقط.

وهناك تحديدات أخرى تعتمد على كميات المطر المتساقط والذي يسقط بنسبة تقل عن معدل التساقط السنوي حيث يكون هذا المعدل محسوبا لعدد من السنوات كبيرة، خاصة إذا كان هناك فصل نمو زراعي أثناء سقوط المطر. وقد وُظف هذا المفهوم في استراليا، بحيث يصبح هناك جفاف إذا قل تساقط المطر إلى ١٠% عن كل التساقطات السابقة لنفس الفترة الزمنية من السنة، (Smith & Petley, 2009, p.265)

### مثال تطبيقي :

إذا أخذنا استراليا كم منطقة للتطبيق والتي تعاني من أحداث الجفاف مثلما يعاني إقليم الساحل في أفريقيا وإقليم غربي الهند وشمال شرق البرازيل وجنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية، فإنه تم اختيار ٣ محطات مناخية متباعدة في الجنوب الشرقي وعلى خطوط عرض متباينة كما في جدول (١٠) وتم حساب متوسط المطر في كل محطة، وتم تحديد السنة الأكثر جفافاً في سقوط المطر، وبعض السنوات الأخرى والتي ظهر فيها الجفاف القاسي من عام ١٩٠٠ حتى ٢٠٠٩ ويمكن أن نستنتج :

(١) أن الجفاف القاسي والكارثي في جنوب شرق استراليا ظهر في النصف الأول من

القرن العشرين وفي عام ١٩٣٨ تحديدا وسجلته محطة هاى ميلر Hay (Miller street) والتي تقع على أحد منابع نهر لاشلان أحد روافد نهر مري في وسط الجنوب الشرقى حيث قل المطر السنوى إلى ٢٠٥,١ ملليمتر بحيث قل عن المتوسط العام البالغ ٣٥١,٣ ملليمتر بنسبة ٤١,٦% ولذا فهو جفاف قاسى.

(٢) وقد تكرر هذا الحدث لجفاف المطر في عام ١٩٨٢ وسجلت المحطة ٢١٤,٩ ملليمتر فقط ولذا كان المطر منخفضا بنسبة ٣٨,٨% عن المتوسط السنوى، وتكرر أيضا في عام ١٩٨٧ وقل المطر بنسبة ٢٠% وإن كان هذا يمثل جفافا عاديا حيث تقل هذه النسبة عن ٢٥% هذا مع ملاحظة ان نسبة الاختلاف في التساقط السنوى خلال الفترة المذكورة وصلت ٢٧% حيث أن:

$$\text{نسبة الاختلاف} = \frac{\text{الانحراف المعياري} \times 100}{\text{المتوسط}}$$

المتوسط

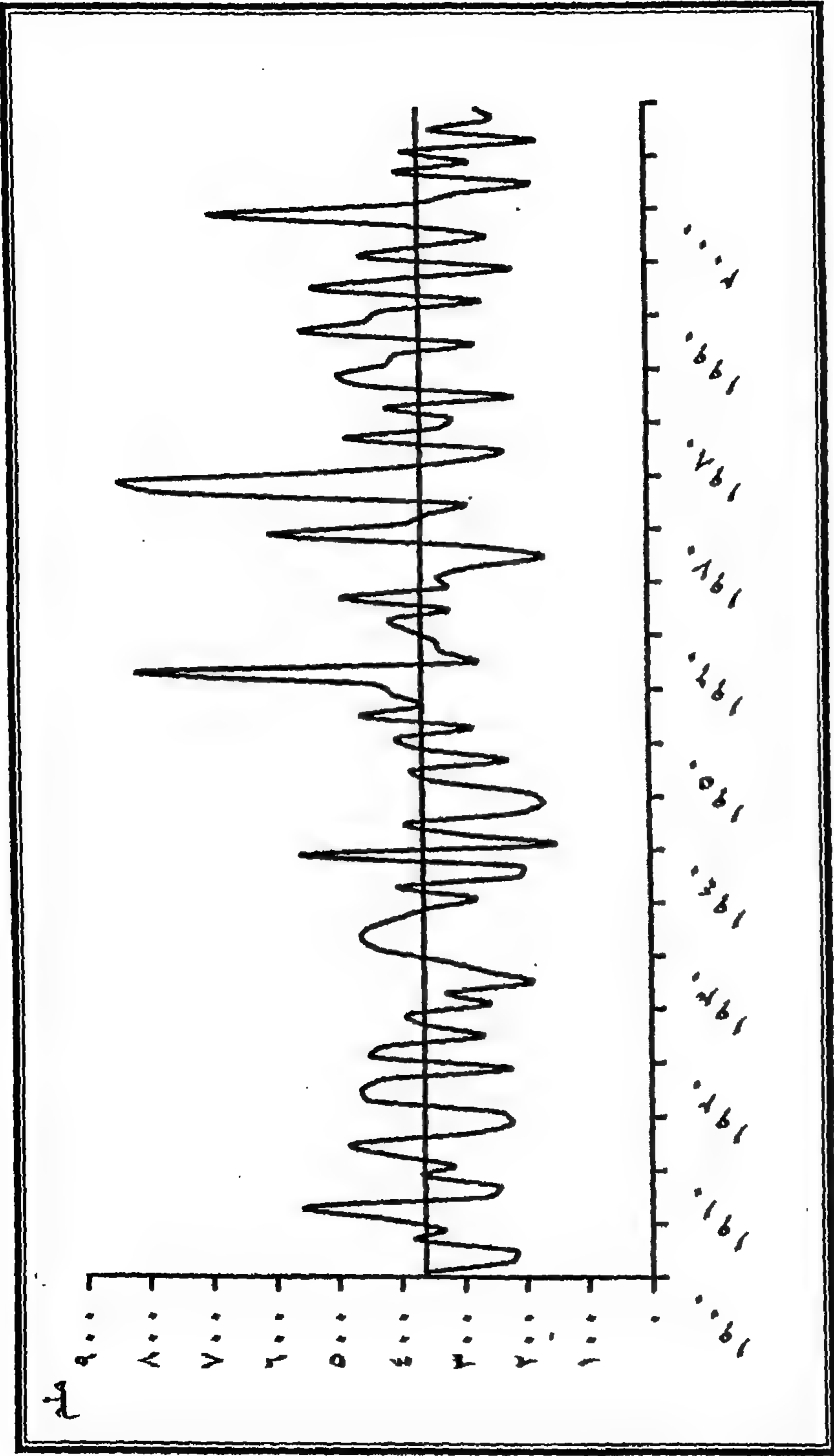
$$= \frac{95,8 \times 100}{351,3} = 27,3\%$$

٣٥١,٨

### جدول (١٠)

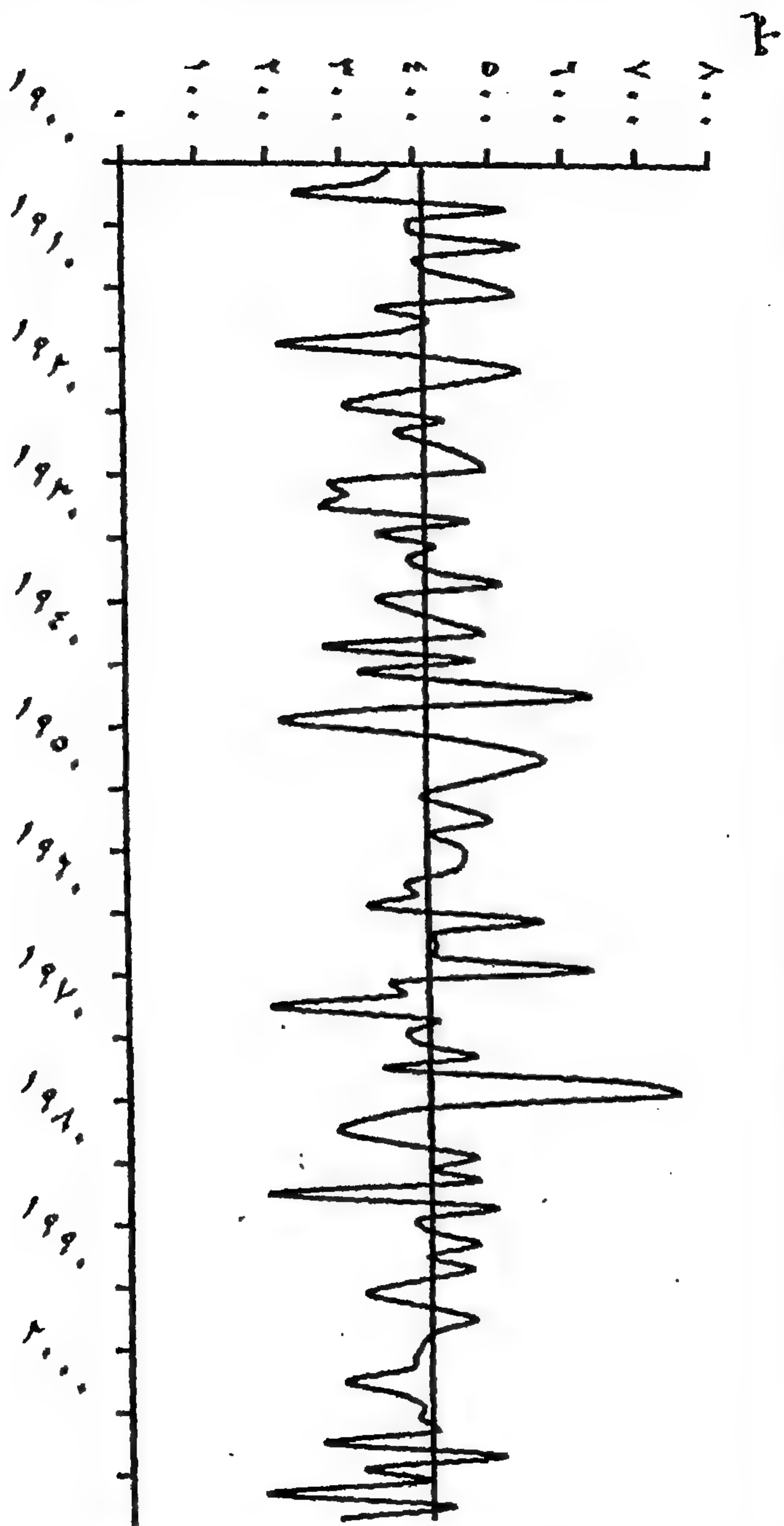
جفاف المطر في بعض محطات شرق وجنوب شرق استراليا في الفترة (١٩٠٠-٢٠٠٩)

اسم المحطة	سنة الجفاف	مقدار المطر	متوسط المطر مم	نسبة تناقص المطر %	خط العرض	بداية تسجيل البيانات	الانحراف المعياري
هاى ميلر	١٩٣٨ ١٩٨٢ ١٩٨٧	٢٠٥,١ ٢١٤,٩ ٢٨١	٣٥١,٣	٤١,٦% ٣٨,٨% ٢٠%	٥٢° ٣٤'	١٩٠٠م	٩٥,٨
واجاواجا	١٩٨٢ ٢٠٠٦	٢٩٧,٨ ٢٦٧,٢	٥٧٠,٣	٤٧,٨% ٥٣,١%	١٠° ٣٥'	١٩٤٢م	١٤٨,٤
نيل	١٩٦٧ ١٩٨٢	١٩٩,٨ ١٩٤	٤٠١,١	٥٠,٢% ٥١,٦%	٣٠° ٣٦'	١٩٠٠م	٨٣,٢



كمية المطر في محطة HAY MILLER STREET في شرقى استراليا

شكل (١١١)



كمية المطر في محطة NHILL - باستقراليا

شكل ( ١١ب )

(٣) سجل في محطة واجا واجا Wagga Wagga الواقعة على أعالي منابع نهر مولامين أحد روافد نهر مري على الهوامش الغربية لجبال الألب الاسترالية منذ عام ١٩٤٢ سنتان حدث بهما جفاف هما ١٩٨٢ ، ٢٠٠٦ ، وسجلت نسبة تناقص المطر في الحالة الأولى ٤٧,٨% بالطريقة التي سبق شرحها، وهو جفاف قاسي. أما في عام ٢٠٠٦ فإن جفاف المطر كان كارثياً حيث قل بنسبة ٥٣,١% عن المتوسط العام كما في جدول (١٠). ووصل معامل الاختلاف لسقوط المطر بالمحطة ٢٦% مشابهاً في ذلك معامل الاختلاف في محطة هاي ميلر من خلال تطبيق معادلة نسبة الاختلاف.

(٤) في محطة نيل NHILL والتي تقع في الجنوب الشرقي، وإلى الشمال من منتزه الصحراء الصغرى جنوب غرب بحيرة هندمارتش في ولاية فكتوريا باستراليا والتي سجل المطر فيها منذ عام ١٩٠٠ حتى عام ٢٠٠٨، وجد أن متوسط المطر السنوي بلغ ٤٠١,١ ملليمتر وأن هناك سنتان ظهر فيهما الجفاف المناخى، وهو جفاف المطر وهما سنة ١٩٦٧ ، ١٩٨٢ ، وقل فيهما المطر عن ٢٠٠ ملليمتر بحيث بلغت نسبة تناقص المطر فيهما ٥٠,٢% ، ٥١,٦% عن المتوسط، وبذلك أصبح الجفاف في الحالتين جفافاً كارثياً، وإن كان معدل الاختلاف لسقوط المطر خلال الفترة بين السنوات ٢٠%.

(٥) يلاحظ من الجدول (١٠) بشكل عام أن الجفاف المناخى في جنوب شرق استراليا - ممثلاً للمثال التطبيقي - يميل إلى الجفاف الكارثي والقاسي أكبر ويندر أن يكون جفافاً عادياً.

(٦) أن عدد السنوات التي ظهر فيها الجفاف المناخى في محطة نيل ٤٣ سنة خلال فترة ١٠٦ سنة أى بنسبة ٤١% من عدد السنوات يتكرر فيها الجفاف من أى درجة من درجاته عادياً كان أم قاسي أم كارثياً.

(٧) بلغ عدد السنوات التي ظهر فيها نقص في المطر وحدث جفاف مناخى بمختلف الدرجات في محطة واجا واجا ٣٦ مرة خلال ٦٧ سنة أى بنسبة

٥٤% من عدد سنوات الرصد.

(٨) فى محطة هاى (ميلر ستريت) Hay Miller بلغ عدد السنوات التى ظهر فيها الجفاف المناخى من مختلف الدرجات ٥٣ سنة خلال ١١٢ سنة تم رصد المطر فيها (١٩٠٠-٢٠٠٩)، أى أن الجفاف ظهر فى المنطقة بنسبة ٤٧,٣% من عدد سنوات الرصد.

بهذا يتضح أن جنوب شرق استراليا بمختلف مناطقه تظهر حالات الجفاف المناخى بمعدل :

١- فى محطة هاى ميلر مرة / ٢,١ سنة (١١٢ سنة ÷ ٥٣)

٢- فى محطة واجاواجا مرة / ١,٩ سنة (٦٧ سنة ÷ ٣٦)

٣- فى محطة نهل مرة / ٢,٥ سنة (١٠٦ سنة ÷ ٤٣)

ولذلك فإن الجفاف المناخى كثير الحدوث فى استراليا خاصة الركن الجنوبى الشرقى، وإن اختلفت درجته من مرة إلى أخرى، وأن معدل حدوث الجفاف المناخى فى المحطات المدروسة هو معدل عالى يتراوح بين سنتان وثلاث سنوات، ولذا فإن تكرار حدوثه يكون بمعدل سريع، ومؤثر على الزراعة - وعلى الجفاف الزراعى والجفاف الهيدرولوجى.

**ثانيا : الجفاف الهيدرولوجى Hydrological drought :** ويحدث نتيجة هبوط مستوى التدفق الطبيعى فى مياه الأنهار وانخفاض مستوى المياه فى النهر أو هبوط مستوى المياه الجوفية أو فى مستوى مياه البحيرات الطبيعية أو تلك الموجودة أمام السدود وتقل قدرتها على إمداد السكان بالمياه المطلوبة للحياة والأنشطة البشرية المختلفة، وتبلغ فترة رجوع هذا النوع من الجفاف إلى ١ : ٤٠٠ سنة فى بعض المناطق مثلما حدث فى إنجلترا وويلز.

(١) جفاف الأنهار :

يوجد الجفاف الهيدرولوجى إذا قلت كمية المياه فى النهر عن متوسط الجريان

فى نفس الفترة من السنة، أو إذا قل إجمالى تصرف النهر السنوى عن المتوسط العام لكمية تصرف النهر (Smith & Petley, 2009, p.266). فالأنهار تجف شتاءً فى العروض العليا خاصة فى أعالى الأنهار بسبب التجمد، أو تلك التى تجف بسبب انعدام المطر شتاءً كما فى معظم الأنهار الهندية حيث تجف معظم مياه الأنهار قبل هبوب الرياح الموسمية الصيفية المحملة ببخار الماء.

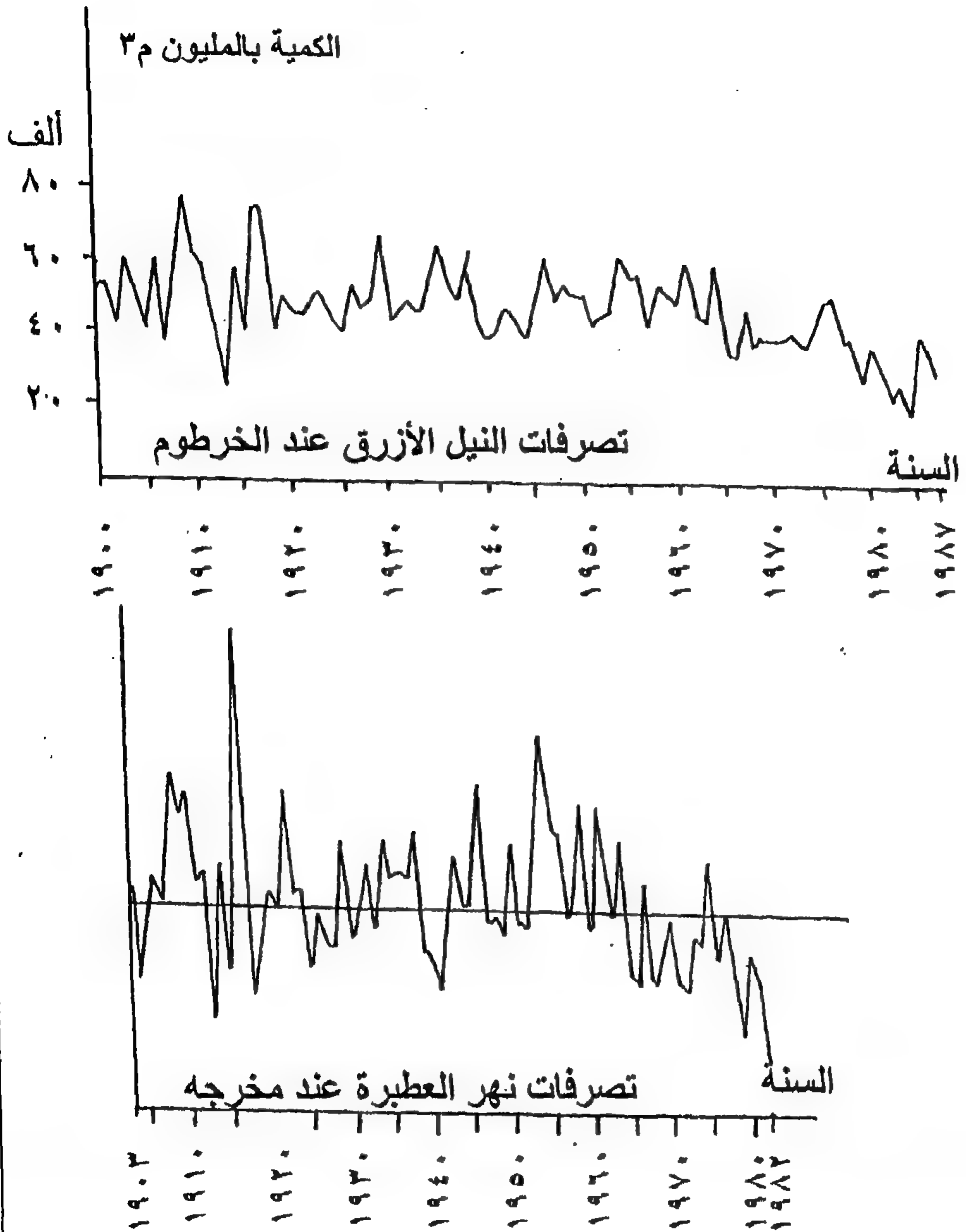
ومن الأمثلة التطبيقية على ذلك : نهر النيل وأنهار جنوب غرب الولايات المتحدة، وأنهار القارة الأوربية.

ففى نهر النيل نأخذ أحد روافده الرئيسية وهو النيل الأزرق الذى ينبع من بحيرة تانا وهضبة الحبشة والذى يسهم بنحو ٦٠% من مائية نهر النيل وتصل عند الخرطوم لتلتقى بمياه النيل الأبيض هناك. ففى الفترة ١٩٨٧-١٩٠٠ بلغ عدد السنوات ٨٨ سنة وصل فيها متوسط التصرف السنوى للنيل الأزرق عند الخرطوم ٤٩ مليار متر مكعب خلال الفترة المذكورة. ومع ذلك فإنه قد ظهرت فى السنوات المائبة للنهر سنوات جافة، قل فيها تصرف النهر عن المتوسط السنوى وبنسبة كبيرة، كما هو موضح فى جدول (١١).

### جدول (١١)

سنوات الجفاف الهيدرولوجى للنيل الأزرق بالسودان فى الفترة  
١٩٨٧-١٩٠٠ بالمليار م٣

سنوات الجفاف	كمية تصرف النهر	نسبة النقص المائى %
١٩١٣	٢٥,٧	%٤٧,٦
١٩٧٩	٢٨,٩	%٤١,٥
١٩٨٢	٢٥,٤	%٤٨,٢
١٩٨٣	٢٧,٦٢	%٤٣,٦
١٩٨٤	١٩,٥٣	%٦٠,١
١٩٨٧	٣٢,٢	%٣٤,٣
متوسط التصرف العام هنا = ٤٩ مليار		%٦٠-٣٤



تصرفات نهري العطبرة والنيل الأزرق في السودان في القرن العشرين  
شكل (١٢)

ويلاحظ من الجدول (١١) وشكل (١٢) أن أشد السنوات جفافاً للنيل الأزرق في القرن العشرين ، تمثل في مجملها فترتين : الأولى في أوائل العقد الثاني من القرن العشرين عام ١٩١٣ حيث انخفضت كمية التصريف السنوي للنهر بمقدار ٤٧,٦٥ % عن المتوسط العام. والفترة الثانية منذ عام ١٩٧٩ حتى ١٩٨٧ وبلغ الجفاف الهيدرولوجي للنهر أشده عام ١٩٨٤ حيث انخفضت الكمية بنسبة ٦٠,١ % عن متوسط كمية التصريف، وهو جفاف كارثي، وسرعان ما تحسنت الظروف مع غزارة الأمطار في عام ١٩٨٨ وحدث الفيضان المدمر في السودان.

والتطبيق الثاني يظهر في المياه النهرية في الولايات المتحدة في الفترة ١٩٣٠-١٩٥٠ حيث ظهر الجفاف في نهر ريوجراند في منابعه في ولاية تكساس، والذي لم يستقبل سوى ٢ % فقط من المياه مقارنة بالمتوسط العام الذي كانت تجري في النهر (Gurjar & Jat, 2008).

وفي نهر المسيسيبي بالولايات المتحدة حدث الجفاف الهيدرولوجي والذي بلغ أشده عام ١٩٣٦، وقلت تصرفات النهر في الروافد التي ترفد إليه والتي منها نهري أوهايو Ohio والمسيسيبي. وقد بلغ الجفاف النهري هنا أشده عام ١٩٨٨ وكان الأشد قسوة في نهر المسيسيبي منذ عام ١٩٣٦، وتسبب هذا الانخفاض في مياه النهر بأن أدى إلى هبوط توليد الطاقة الكهربائية من النهر بنسبة ٤٠-٤٥ % قياساً على المعدل العام لإنتاج الطاقة الكهربائية (Smith & Petley, 2009, p.266)

وفي قارة أوروبا انتشر الجفاف الهيدرولوجي فيها مثلما الحال في انتشاره في العالم في السبعينيات من القرن العشرين (الماضي) ، حيث انتشر الجفاف في شمال غرب أوروبا. ففي شتاء ١٩٧٥-١٩٧٦ سجلت أنهار أوربية كثيرة انخفاضاً في مستوى التدفق (Ibid).

#### (د) جفاف البحيرات العذبة :

يُمثل جفاف البحيرات العذبة الهيئة الثانية للجفاف الهيدرولوجي في العالم، حيث أن انخفاض مستوى البحيرات من هذا النوع يعكس نقصاً في الحجم المائي

الذى يتضمنه جسم البحيرة، بصرف النظر عن مصدر المياه للبحيرة، هل الأنهار أم الأمطار، ولنضرب أمثلة على ذلك.

ففى مصر شهدت بحيرة ناصر أمام السد العالى جفافاً هيدرولوجياً حيث انخفض منسوب المياه فى البحيرة ليصبح مستوى الماء بها على ارتفاع ١٤٩ متراً ، وهذا معناه أن الكمية التى أصبحت فى البحيرة ٦ مليار متر مكعب فقط من التخزين الحى (الذى يمكن الحصول عليه واستغلاله) مما هدد بوقف توربينات توليد الكهرباء (بترجى، ١٩٩٢، ص ١٢٣).

والمثال الثانى هو من الولايات المتحدة الأمريكية، حيث أنه فى الفترة ١٩٣٠-١٩٥٠ والسابق ذكرها بالسنبلة لنهر المسيسبى - حدث جفاف لبحيرة لانير Lanier تماماً، ولبحيرة لاس فيجاس التى تكونت أمام سد هوفر على نهر كلورادو عند مدينة لاس فيجاس فيما بين السد وبين خانق بولدر Bolder Canyon، وبحيرة ميد وهى أعلى قليلاً من لاس فيجاس وإلى الشمال منها، وعلى نهر كلورادو أيضاً ولكنها تكونت عند مصب نهر مودى Muddy أحد الروافد العليا لنهر كلورادو فى نطاق خانق كلورادو. وقد حدث جفاف هيدرولوجى لبحيرات أخرى أمام السدود وانخفض منسوبها ١٢ قدماً (نحو ٤ أمتار)، وانخفض منسوب بحيرتى لاس فيجاس وميد إلى ٦٠ قدماً (نحو ٢٠ متراً) (Gujar & Jat, 2008).

### (٣) انخفاض مستوى الماء الجوفى :

يمثل هبوط المياه الجوفية وانخفاض مستواها فى باطن الأرض الهيئة الثالثة لصور الجفاف الهيدرولوجى، وينتج ذلك إذا قلت تغذية المياه الباطنية بالمياه، أو اشتد استخراج الماء الجوفى وتعرض للاستنزاف، وهذا يزيد صعوبة الحصول على المياه تدريجياً. ولنضرب أمثلة على ذلك.

ففى مصر يتم سحب كميات كبيرة من المياه الجوفية فى الصحراء الغربية، منذ أن بدأ تعمير الوادى الجديد أوائل الستينيات من القرن العشرين، وأدى هذا إلى هبوط مستوى الماء الجوفى الموجود فى طبقات صخور الحجر الرملى النوبى

بمعدل عدة أمتار / السنة، وإذا يقدر الانخفاض عام ٢٠٧٠م في الواحات البحرية وواحة الفرافرة أنه سيصل إلى ١٣٠ متراً وفي شرق العوينات إلى نحو ١٠٠ متر (Solimans, 1998, p.236)

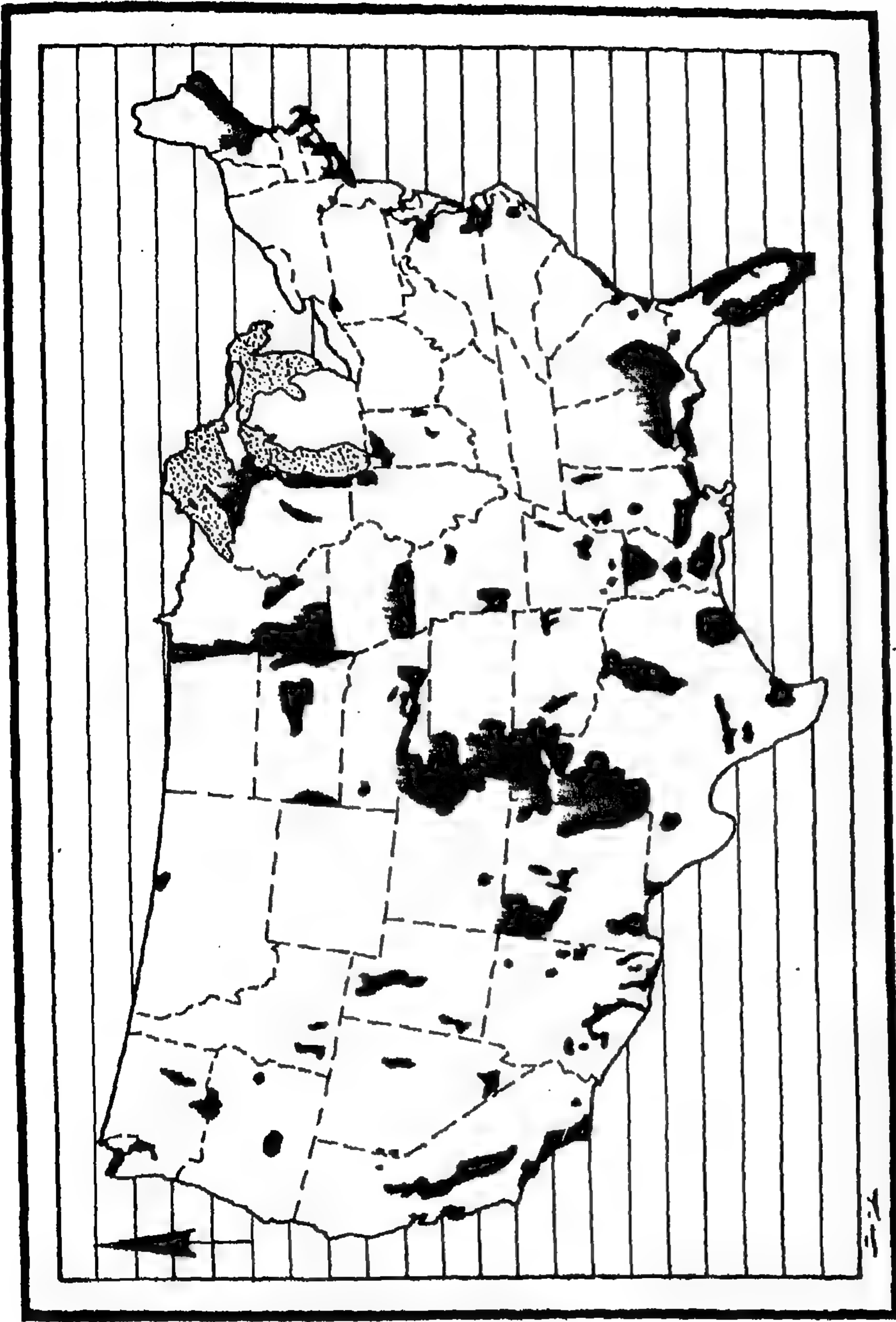
أما في قارة أوروبا نتيجة للجفاف المناخى عام ١٩٧٥-١٩٧٦ فإنه قد قلت كمية تغذية المياه الجوفية والخزان الجوفى فى إنجلترا وويلز وانخفضت كمية التغذية بمقدار ٣٠% عن المعدل العادى (Smith & Petley, 2009, p.266)

ومن الأمثلة الواضحة فى آسيا هى الصين. فقد سجل هبوط مستوى الماء الجوفى هناك، وسجلها السكان وقاموا بتبليغ الحكومة الصينية، وأشارت الانطباعات إلى حدوث هبوط الماء الجوفى فى شنغهاى مما تسبب فى هبوط سطح الأرض فى الفترة بين ١٩٢١ - ١٩٦٥ بمقدار ٢,٦٣ متر. كما سجل الهبوط أيضا فى تيان شان وفى شمال سهل الصين الشمالى (Carbognin, 1985, p.9) ويشير بوسيتيل (١٩٩٢) أيضا إلى أن هبوط مستوى المياه على طول امتداد مناطق زراعية شاسعة، وتحت العاصمة بكين ينخفض مستوى الماء بنحو ١ - ٢ متر.

وفى الولايات المتحدة الأمريكية نجد أن مناطق كثيرة موزعة بالدولة قد حدث فيها نقص فى المياه الجوفية، سواء فى الشمال الشرقى أو الجنوب الشرقى والجنوب أو نطاق السهول الوسطى بكل مكوناته المناخية الحارة جنوبا والمعتدلة فى الوسط والباردة شمالاً أو فى الجنوب الغربى والغرب حيث توجد المناطق الصحراوية والتلال والهضاب والسهول النهرية، والمناطق التى تتعرض للجفاف المناخى drought أو تتسم بأنها قاحلة وشبه قاحلة semi arid كما هو واضح فى شكل (١٣).

### المملكة العربية السعودية :

ظهر الجفاف الهيدرولوجى من هيئة أو صورة انخفاض المياه الجوفية تقريبا فى معظم مناطق المملكة. وقد ذكر البعض بأنه بعد صيف عام ٢٠٠٢ والذى اتسمت مناطق عسير فى ذلك العام بقلة سقوط المطر فإنه جف نحو ٨٠% من الآبار الجوفية التى حفرت فى أودية المنحدرات الشرقية والمناطق الداخلية فى عسير.



After: Holechek, et al, 2000.

أقاليم هبوط مستوى الماء الجوي بالولايات المتحدة حتى ٢٠٠٠  
شكل (١٣)

أما في المنطقة الشرقية خاصة في واحة الأحساء والقطيف فإنه في عام ٢٠٠٢ قد أدى الجفاف المناخي إلى جفاف عيون الماء، ونضوب مياه الآبار أو نقص مستوى الماء فيها بشكل حاد لدرجة تصل إلى ٧ أمتار. وفي منطقة المدينة المنورة جفت الآبار التي حفرتها مصلحة المياه والصرف الصحي وبلغ مقدار الهبوط إلى نحو ٥ أمتار (الإدارة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠٠٢). كما أنه في المنطقة الوسطى خاصة في منطقة الوشم الواقعة غرب جبل طويق وإلى الشمال من الرياض، قد وصل معدل انخفاض الماء الجوفي إلى ٣,٣ متر/ السنة، وفي بعض المناطق ١,٩ متر / السنة (التركماني، ١٩٩٤، ص ١٩٦).

**ثالثاً : الجفاف الزراعي Agricultural drought :** يوجد هذا النوع في حالة عدم قدرة رطوبة التربة على استمرار نمو المحصول والإنتاج ونقص المياه في التربة عن حاجة النبات، ويعتمد هذا النوع من الجفاف على مقدار رطوبة التربة، وكثيراً ما يصيب دولاً مثل استراليا مثلما حدث عام ١٩٨٢ بها وانخفض الإنتاج من القمح بنسبة ٣٧% مقارنة بخمس سنوات سابقة لهذا التاريخ، ودمر ثلث محاصيل الحبوب في الولايات المتحدة الأمريكية.

لقد عانت استراليا من جفاف عرف باسم الجفاف الكبير "Big Dry" حيث بدأ منذ عام ٢٠٠٢ والذي يحدث بمعدل مرة كل ١٠٠ سنة ١ : ١٠٠ والسنوات الأربع بعد هذا العام سجلت أشد السنوات جفافاً، بحيث ساد الدفء والجفاف بأعلى المعدلات أثناء عامي ٢٠٠٤ و ٢٠٠٥ في مناطق كثيرة جنوب شرق استراليا، واستمر العجز في تساقط المطر حتى عام ٢٠٠٧، ونتج عن ذلك فقد ٧٠ ألف وظيفة في القطاع الريفي، وانفقت الحكومة ٧٤٠ مليون دولار كمساعدات في الفترة ٢٠٠٢-٢٠٠٥، وانخفض الدخل من القطاع الزراعي كما كان متوقفاً بنسبة ٧٠% عام ٢٠٠٦ (Smith & Petley, 2009, p.268).

ويظهر من جدول (١٢) أن أربعة محطات مناخية في الركن الجنوبي الشرقي

خلال ٤ سنوات منذ ٢٠٠٤ إلى ٢٠٠٧ أى بمجموع ٤ محطات × ٤ سنوات، قد سجل فيها ١٢ حالة من بين الـ ١٦ حالة (٤ سنوات × ٤ محطات) قد حدث فيها جفاف، بحيث قد يكون الجفاف متصلاً خلال السنوات الأربع بصرف النظر عن درجته كما فى محطة واجاواجا، أو توجد ثلاث سنوات جفاف متصلة من بين السنوات الأربع كما فى محطة بروكن هل، ومحطة هاى ميلر ، أو سنتين متتاليتين كما فى محطة نهل، مما أثر على الزراعة التى تعتمد على المطر فى مساحات كبيرة.

### جدول (١٢)

نقص وجفاف المطر فى محطات جنوب شرق استراليا

ودورها فى حدوث الجفاف الزراعى (بالمليمتر) من عام ٢٠٠٤-٢٠٠٧

المحطة	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	المتوسط العام للتساقط
بروكن هل	١٨٧,٨	٢٢١	١٥٦	٣١٢	٢٤٥
هاى ميلر	٢٨١	٣٨٣,٣	١٧٣,١	٣٤١,١	٣٥١,٣
نهل	٣٢٤	٤٠٤,٨	١٨٨,٤	٤٣٩,٧	٤٠١,١
واجاواجا	٤٩٤,٤	٥١٣	٢٦٧,٢	٤٦٦,٤	٥٧٠,٣

البيانات الرقمية من الشبكة العنكبوتية والمتوسط من حساب المؤلف.

وفى السودان فى مناطق الزراعة المطرية خاصة فى الغرب أدى الجفاف إلى شح الإنتاج الزراعى مما اضطر الأهالى إلى زراعة المزيد من الأراضى وإزالة الأشجار التى تغطيها ، ترتب على ذلك انجراف التربة بفعل الرياح والمزيد من تدهور فى الإنتاج الزراعى. وأصبح الأمر يدور فى حلقة مفرغة أدت إلى زحف الصحراء بمعدل متزايد بلغ الآن ما يزيد عن الكيلومتر فى العام بالاتجاه نحو

## الجنوب سنويا.

وإذا حاولنا كشف معدل الجفاف الزراعى فإنه يكون ذلك عن طريق التعرف على مقدار النقص فى إنتاجية الهكتار الواحد فى فترتين مختلفتين، وبهما تباين فى سقوط المطر. ففى السودان كما سبق نجد أنها دولة تعرضت للجفاف المناخى خاصة فى إقليم كردفان ودارفور فى الغرب، وتأثرت الأحوال بجفاف نهر النيل (الجفاف الهيدرولوجى) مما أثر على الزراعة فى أوائل ومنتصف الثمانينات. ولهذا فإن إنتاجية الهكتار الواحد من الحبوب على سبيل الذكر فيها قد انخفض من ٧٨٠ كيلو جرام / فى الفترة ١٩٥٠ / ١٩٥٣ إلى ٤٣٦ كجم/ الهكتار فى الفترة ١٩٨٢ - ١٩٨٤ وكانت نسبة النقص - ٤٤% (عياد وضرار، ١٩٩٤، ص ١٤٤).

رابعاً : جفاف المجاعة **Famine drought** : هو نوع من الجفاف الزراعى ولكنه شديد للغاية، ويكون مدمراً للأمن الغذائى لدرجة أن السكان يجاهدون للحفاظ على حياتهم فقط، مثلما حدث فى البرازيل عام ١٩٨٥ حيث لجأ السكان إلى بيع مزارعهم والهجرة من الريف إلى المدن، وسكنوا فى مدن الأشانتي (الصفوح).

وعادة ينظر إلى هذا النوع من الجفاف بأنه تطرف شديد للجفاف الزراعى السابق ذكره، وذلك عندما يحدث هبوط حاد فى الأمن الغذائى لدرجة أن أعداد كبيرة من السكان لا يمكنهم الاستمرار بحياة صحية طبيعية (Smith & Petley, 2009, p.271). والمجاعة حالياً ترتبط فى بقائها واستمراريتها بالمناطق القاحلة وشبه القاحلة Semi arid بحيث تصبح مستمرة أو شبه مستمرة، وتؤدي هذه الصورة من الاستمرارية إلى فشل الزراعة التى تروى على المطر، وينتج هذا الفشل عن الجفاف، ويسمى البعض هذا النوع من الجفاف أحياناً باسم "جفاف - اجتماعى - اقتصادى".

وفى الفترة من ١٩٠٠ - ٢٠٠٦ أدى الجفاف إلى وفاة نحو ١١,٧ مليون نسمة تمثل ٥٢,٥% من جملة السكان الذين قتلوا وماتوا بفعل الكوارث الطبيعية فى العالم كله خلال تلك الفترة رغم أن عدد الأحداث الكارثية للجفاف كانت قليلة

بالنسبة لجملة الأحداث الكارثية الطبيعية الأخرى بحيث لم تمثل سوى ٥,٩% من جملة أحداث الكوارث الطبيعية مما يدل على مدى خطورة الجفاف كسبب في قتل وموت وتقاتل السكان في دول العالم التي تتعرض للجفاف.

وقد وجدت كوارث المجاعة منذ ٦٠٠٠ سنة ماضية تمشياً مع حالات الجفاف التي كانت تنتاب الفترات ما بين الجليدية الصغرى حيث كان يتخللها دفء وجفاف في العروض الوسطى. أما في القرن العشرين فإنه في عام ١٩٤٧ على سبيل المثال حدث في الاتحاد السوفيتي (سابقاً) مجاعة وحصد الجوع ١,٥ مليون قتيل. أما في الصين فقد مات نحو ٣٠ مليون من المجاعة في الفترة ٥٩ - ١٩٦١ من سكان القرى الذين يعتمدون على المطر خاصة في زراعتهم، وذلك في شمال الصين.

وقد قدرت الأمم المتحدة في السنوات المعاصرة أنه في عام ١٩٨٥ قد تأثر بالمجاعة ١٥٠ مليون نسمة في ٢٠ دولة أفريقية يعيش متأثراً بالمجاعة منهم ٣٠ مليون قد احتاجوا إعانة غذائية عاجلة، ومنهم ١٠ مليون نزحوا وتركوا ديارهم وذهبوا للبحث عن الماء والغذاء، ومات منهم ربع مليون (Smith & Petley, 2009, p.263)

أما في أمريكا الجنوبية فنجد أنه قد عانى شمال شرق البرازيل من الجفاف الذي تكرر في القرن العشرين في السنوات ١٩١٥، ١٩١٩، ١٩٣٤، ١٩٨٣، ١٩٩٤ وعانى منه الأطفال الأقل من ٥ سنوات. وقد حدثت مجاعة في البرازيل عام ١٩٨٥ حيث لجأ السكان إلى بيع مزارعهم والهجرة من الريف إلى المدن، وسكنوا في مدن الأشانتى (وهي مدن الصفيح) كما سبق الذكر، وتسمى مدن الأشانتى في البرازيل باسم فافيلاس "Favelas" والتي تحيط بمدينة برازيليا الواقعة على خط عرض ٣٠° ١٦' جنوباً في نطاق السافانا الفقيرة في نصف الكرة الجنوبي، وتقع على مقربة من المنابع الشمالية لنهر بارانا الذي ينبع من أراضي البرازيل ويتجه جنوباً إلى باراجواي.

أما الهند فهي تمثل نموذجاً مثالياً وصارخاً لجفاف المجاعة الذي يظهر في

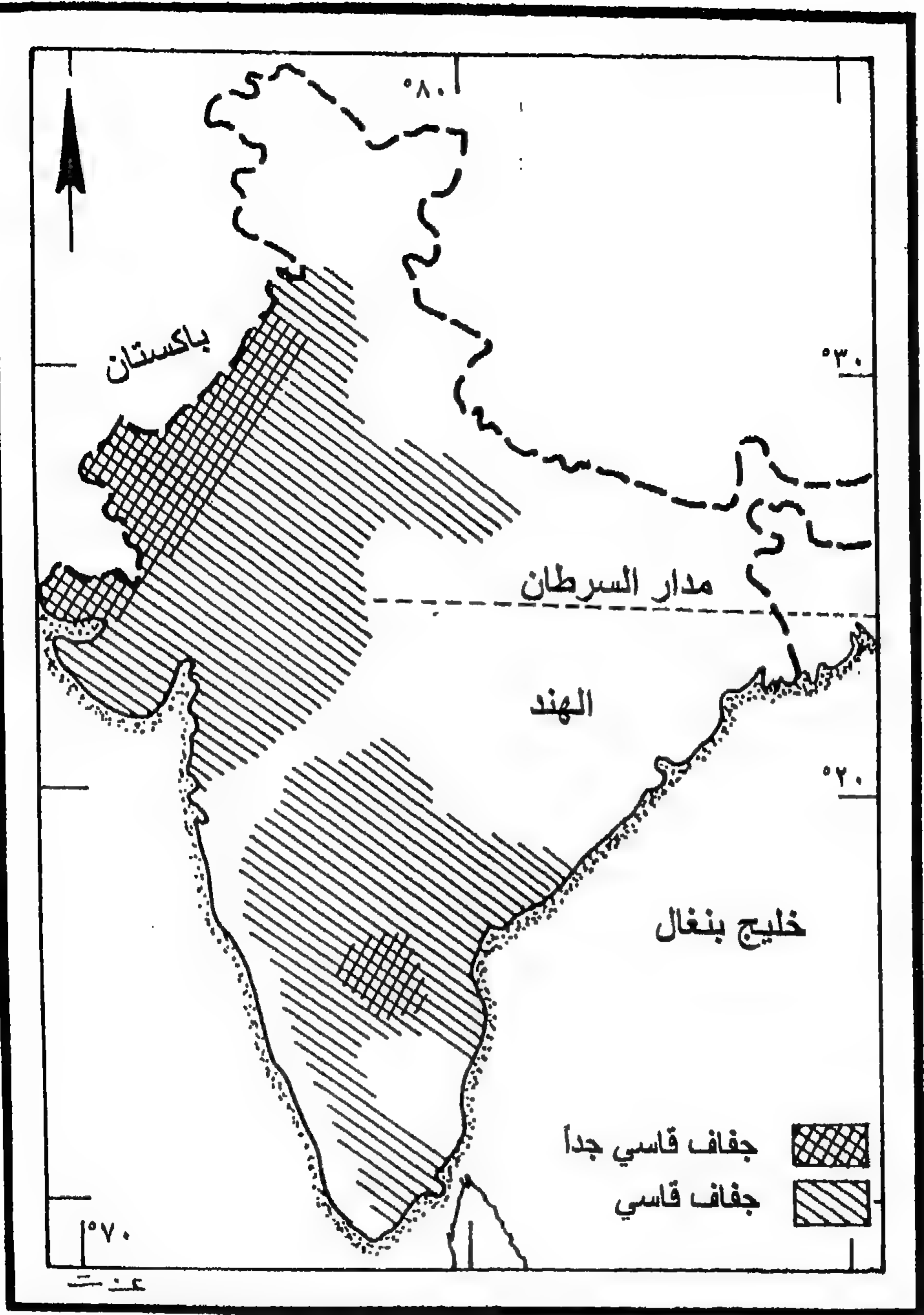
قارات العالم المختلفة، ويجب أن نصف أولاً خصائص تكرار أحداث الجفاف في الهند في أقاليمه الجغرافية المختلفة وذلك على النحو التالي :

فترة العودة للنقص الشديدة في المطر	الإقليم الجغرافي
كل ١٥ سنة	آسام
كل ٥ سنوات	الإقليم الغربى
كل ٤ سنوات	الإقليم الجنوبى - الداخلى
كل ٣ سنوات	الشمال الغربى والشمال
كل ٢,٥ سنة	غرب راجستان

عن Gurjar & Jat, 2008 بتصرف

ويلاحظ من الخريطة شكل (١٤) يتضح أن خمس مساحة الدولة في الشمال الغربى يصيبه الجفاف منه ٣٠% من هذه المساحة جفاف شديد القسوة very severe (وهو يؤدى للمجاعة) في إقليم البنجاب وإقليم راجستان ، أما فى الوسط والجنوب الشرقى والجنوب على هضبة الـ ركن نجد سيادة الجفاف القاسى Severe. وإذا حاولنا تتبع أحداث جفاف المجاعة في الهند نجد أنه قد حدث على النحو التالى:

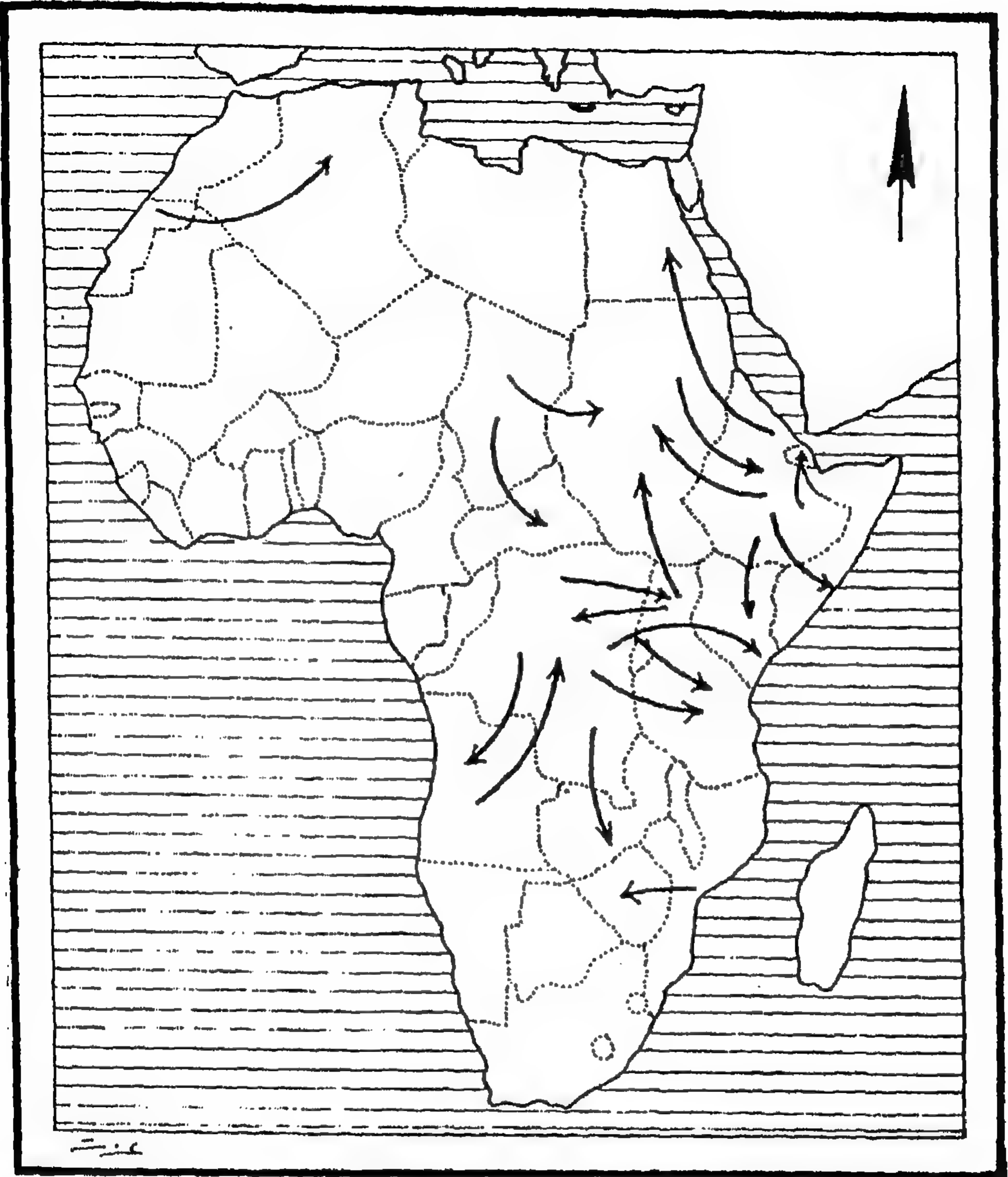
- عام ١٨٩٩ حدثت مجاعة يعرفها الجميع هناك.
- عام ١٩١٧ مات ١٠٠٠٠٠ من السكان بسبب المجاعة.
- حدثت ٢٨ مجاعة خلال ١٠٠ سنة أى بمعدل مجاعة كل ٣ - ٤ سنوات ومات ٤٠ مليون خلال ١٠٠ سنة.
- فى عام ١٩٩٩-٢٠٠٠ مات ١٢ crore بالجفاف فى ١٢ ولاية ، والكروور = ١٠ مليون ، إذن مات ١٢ × ١٠ = ١٢٠ مليون.
- جاء جفاف عام ٢٠٠١ واثـر على ١٧٠٠ Lakh (حيث أن Lakh = ١٠٠٠٠٠٠ بالمقياس الهندى) أى أثـر الجفاف على ١٧٠ مليون موزعين على نحو ١٠٠٠٠٠٠ قرية وتأثرت مساحة بلغت ١٨% مساحة الهند (Gurjar & Jat, 2008).



After: Gurjar& Jat, 2008

المناطق المتأثرة بالجفاف في الهند  
شكل (١٤)

أما فى القارة الأفريقية فقد أدى الجفاف إلى موجات ضخمة من الهجرات، وذلك فرارا من المجاعة والكوارث والفقر، وتعرف أحيانا باللاجئين البيئيين. وقد ظهر هذا النوع من جفاف المجاعة فى وسط وشرق وجنوب شرق القارة، وحدثت الهجرات عبر الحدود السياسية بين الدول المتجاورة، والقريبة مكانا، والأكثر امنا بيئيا، وأحيانا قد يحدث تبادل هجرات بين الدول المتجاورة ولنفس السبب أيضا وذلك لأن المهاجرين لا يدركون ظروف وخصائص بيئات الدول المجاورة أو لتجميع شمل أفراد القبائل، ويظهر ذلك فى شكل (١٥). ومن أمثلة ذلك أنه لجأ إلى السودان حتى عام ١٩٨٤ من أثيوبيا وأوغندا وتشاد وهى دول جيران للسودان نحو ١,١ مليون لاجئ، وفى نفس الوقت هاجر من السودان إلى أثيوبيا نحو ٤٠ ألف لاجئ وهكذا.



الهجرات بسبب جفاف المجاعة في القارة الأفريقية  
شكل (١٥)

## الفصل الرابع

### التوزيع الجغرافى للمناطق الجافة

والقاحلة Dry & arid



## التوزيع الجغرافى للمناطق الجافة والقاحلة

قبل أن نخوض فى التوزيع الجغرافى للأراضى الجافة والقاحلة فى هذا الفصل يجدر بنا أن نتعرف أولاً على سمات الجفاف وخصائصه، نتبعها بالتوزيع النوعى للأقاليم القاحلة بدرجات القحولة المختلفة، ثم عرض لأنواع الصحارى المختلفة فى العالم وتوزيع كل نوع باعتبار أن هناك قاسم مشترك بين الصحارى والمناطق الجافة، حيث أن الأخيرة تتضمن الصحارى وأشباه الصحارى.

### سمات الجفاف drought :

تتميز حالات الجفاف فى مناطق توزعها فى العالم بعدة خصائص منها أنه يتميز بالديناميكية حيث أنه يزحف ويتطور ويتقدم ببطء، بحيث يستغرق عدة سنوات حتى يظهر الأثر والملاح. كما أن الجفاف يضرب مناطقاً واسعة وعلى مستوى إقليمي، بحيث نجده يختلف عن ظاهرة التصحر فى هذا الشأن، وهذا يجعله شبيهاً بالتدهور البيئى على المدى البعيد، بالإضافة إلى أنه يصعب تحديد أين ينتهى الجفاف مكانياً وهذا يجعله عكس التصحر الذى يمكن تحديده مكانياً وبوضوح. ويختلف الجفاف بين الدول المتطورة والدول النامية والأقل تطوراً حيث أن هناك علاقة وحلقة وصل بين الجفاف والموت الناجم عن المجاعة فى الدول الأقل تطوراً (Smith, 2001).

والأراضى الجافة هى مناطق تمتد فيما وراء العروض المدارية، وتشغل نحو ثلث مساحة الأراضى فى الدول النامية، وتغطى ثلاثة نطاقات هى : الأراضى شبه الجافة ذات المطر الصيفى، ونطاق البحر المتوسط، والصحارى. وتبلغ مساحة الأراضى الجافة على سطح الكرة الأرضية نحو ٤٠% من المساحة الكلية للأرض. فحتى قارة انتركيتكا تتضمن بيئات جافة. وأكبر مساحة للأراضى الجافة نجدها تتوزع فى قارة آسيا (Marsh & Grossa, 1996, p.26).

## توزيع وأنواع البيئات الجافة :

لما كان هناك فارق بين الأراضي القاحلة والأراضي الجافة كما سبق الذكر في الفصل الأول، لذا فإنه يمكن عرض توزيع الأراضي الجافة على أساس معيارين هما : التوزيع النوعي والتوزيع المكاني.

(١) التوزيع النوعي : ويتضمن هذا التوزيع درجات الجفاف المختلفة اعتماداً على كميات المطر التي تستقبلها، ولذا يمكن تقسيم الأراضي إلى عدة نطاقات هي :

### جدول رقم (١٣)

#### التوزيع الإقليمي للأراضي القاحلة في العالم

القارة	الأراضي الداخلية	شديدة القحولة	قاحلة	شبه رطبة	المجموع بالآلاف كم <sup>٢</sup>	%
متوسط الأمطار سنوياً مم	أقل من ٥٠	١٠٠-٥٠	٤٠٠-١٠٠	٦٠٠-٤٠٠	-	-
معامل بوديكو للجفاف	أقل من ٥٠	٥٠-١٠	١٠-٣	٣-٢	-	-
أوروبا	-	-	١٠٠	٣٠٠٠	٤٠٠	٨٠
أفريقيا	٦٢٣٢	٣٠١٧	٣٥٧٠	٢٩٥١	١٥٧٧٠	٥٢
آسيا	١٥٩٥	٣٢٢٥	٥٤١٥	٤٨١٧	١٥٠٤٢	٣٤
أمريكا الشمالية	١٠	٩	١٠٢٥	١٩٣٥	٣٠٦٠	١٤
أمريكا الجنوبية	٢٧٥	١٠٥	٩٧٢	١٢٧٤	٢٦٢٦	١٤
أستراليا	-	-	٣٢٥	١٣٧٥	٤٦٢٥	٦١

المصدر : Le Houérou, 2002 & 1992

أ- الأراضي الداخلية Eremitic : وهي الأراضي المحصورة في داخل القارات في صورة أحواض داخلية لا تصل إليها الأمطار ويندر فيها سقوط الأمطار بحيث يقل التساقط فيها - إذا حدث - عن ٥٠ ملليمتر في السنة، وتبلغ مساحتها في العالم ٧,٥ مليون كم<sup>٢</sup>، أي أنها تمثل نسبة قدرها ٦,٢% من جملة مساحة القارات، منها في قارة أفريقيا وحدها ٤,٧٥%، تليها قارة آسيا وبها ١,٢٢ من مساحة العالم من هذا النوع، أي أنهما يضمنان ٥,٩٧% من مساحة العالم عبارة عن أراضي داخلية تندر بها الأمطار أي أن بهما حوالي  $\frac{٣}{٤}$  أراضي هذه المجموعة في العالم.

ب- الأراضي شديدة القحولة Hyperarid : وهى الأقاليم التى تستقبل كمية أمطار قليلة تتراوح بين ٥٠ - ١٠٠ ملليمتر/ سنوياً، وطبقاً لمعامل بوديكو للجفاف والسابق ذكره فى الفصل الأول فإن هذه المناطق يتراوح معامل الجفاف بها ١٠-٥٠. ويتضح من جدول رقم (١٣) أن مساحة هذه الأراضي ٧,٠٦ مليون كم<sup>٢</sup>، وبذلك تبلغ نحو ٥,٤% من مساحة اليابس، أغلبها فى آسيا وأفريقيا وأقلها فى استراليا ثم أمريكا الشمالية.

ج- الأراضي القاحلة Arid : يشير بعض الباحثين بأنها تحدد بمقدار من التساقط، كميته تتراوح بين ١٠٠-٤٠٠ ملليمتر من أمثال لاهويرو (Le Houérou, 2002, p.25). بينما يذكر البعض أنها توجد فى المناطق ذات المطر الذى يتراوح فيما بين ٦٣٥-١٢٥٠ ملليمتر (Tennekoon, 1980, p.4) ولكننا سوف نأخذ بالرأى الأول حيث يتمشى مع هيراركية التقسيم. وبناء على ذلك تبلغ مساحة الأراضي القاحلة فى العالم قدر مجموعة مساحة النوعين السابقين، حيث تبلغ ١٤,٣٣ مليون كم<sup>٢</sup>، أغلبها فى آسيا تليها قارة أفريقيا ثم قارة أمريكا الشمالية.

د- الأراضي شبه القاحلة Semi arid : وهى الأقاليم التى تتلقى كمية من الأمطار تتراوح بين ٤٠٠-٦٠٠ ملليمتر سنوياً، وتغطى مساحة تبلغ نسبتها ٩,٧% من مساحة اليابس أغلبها فى قارة آسيا التى تبلغ فيها المساحة ضعف مساحتها تقريباً فى أفريقيا. ويقع النطاق شبه القاحل فى هوامش الصحارى المدارية، وأقصى اتساع لهذه الأراضي فى أفريقيا من الغرب إلى الشرق يكون فى إقليم الساحل، وفى آسيا يوجد أقصى اتساع لها فى شرق باكستان ومجاوراً لإقليم راجستان، ويوجد فى شمال شرق البرازيل، ويكون مجاوراً أيضاً للمناطق المدارية فى نصف الكرة الجنوبي كما فى شكل (١٦).

أما الأراضي شبه الجافة فى نطاق الإستبس أى المناطق المعتدلة فتكون مجاورة للصحارى وتكون الأمطار أكبر نسبياً ولكن تظل الأقاليم فى حدود البيئات

الجافة حيث تتراوح الأمطار بين ٣٠٠-٣٠٠ ملليمتر، والجفاف يكون معتدلاً نسبياً وقد يختفى في جزء من السنة، وتوجد أراضي حشائش، مثلما الحال في السهول العظمى بالولايات المتحدة، والسهوب في روسيا وأوكرانيا (Marsh & Grossa, 1996)

هـ - الأراضي المدارية شبه الرطبة Sub humid : وهي الأقاليم التي تقع على هامش النطاق المداري المطير في نصف الكرة، وتتأثر هذه المناطق بالجبهة المدارية وموقعها الذي يتغير من سنة لأخرى وفي نصف الكرة أيضاً. والمطر في هذه المناطق يكون في فصل الصيف، ويتميز بقصر فترة التساقط ثم يستمر الجفاف في باقي السنة، وتضم هذه المناطق : إقليم السافانا في أفريقيا وأمريكا الجنوبية، والأراضي الموسمية جنوب آسيا خاصة في شبه القارة الهندية.

### الصحاري وأنواعها :

تعرف الصحراء بأنها المناطق التي لا زرع فيها ولا ماء باستثناء بقع الواحات التي تتناثر بداخلها، وطبقاً لحالات الجفاف السابقة فإن الصحراء مظهر يتداخل مع الأراضي السابقة، بحيث نجد أن  $\frac{1}{4}$  الأراضي الجافة هي عبارة عن صحراء حقيقية، حيث تظهر بها أحوال الجفاف خلال السنة والمطر يكون بها خفيفاً أو قليلاً ويقل عن ١٢ بوصة (٣٠٠مم) وإذا سقط فإنه يتبخر ويتسرب بسرعة والقليل منه يمكن الانتفاع به وليس في كل الأحوال.

ولما كانت المناطق الجافة في العالم قد تنوعت أسباب تكونها، وأن الصحاري تقع في قسم كبير من المناطق الجافة، لذلك تنوعت الصحاري في عوامل تكونها، وهذا يجعلنا نقسم الصحاري إلى أنواع. وحسب أحدث تقسيم ذكر للصحاري والذي ذكره لاهويرو (Le Houérou, 2002, p.2-3). فإن الصحاري تنقسم إلى عدة أنواع هي :

أ- الصحاري المناخية : وهي المناطق التي تتباين في أحوالها المناخية المحلية، ومن أمثلتها الصحراء التي تكونت نتيجة لنظام الدورة الهوائية العامة للرياح

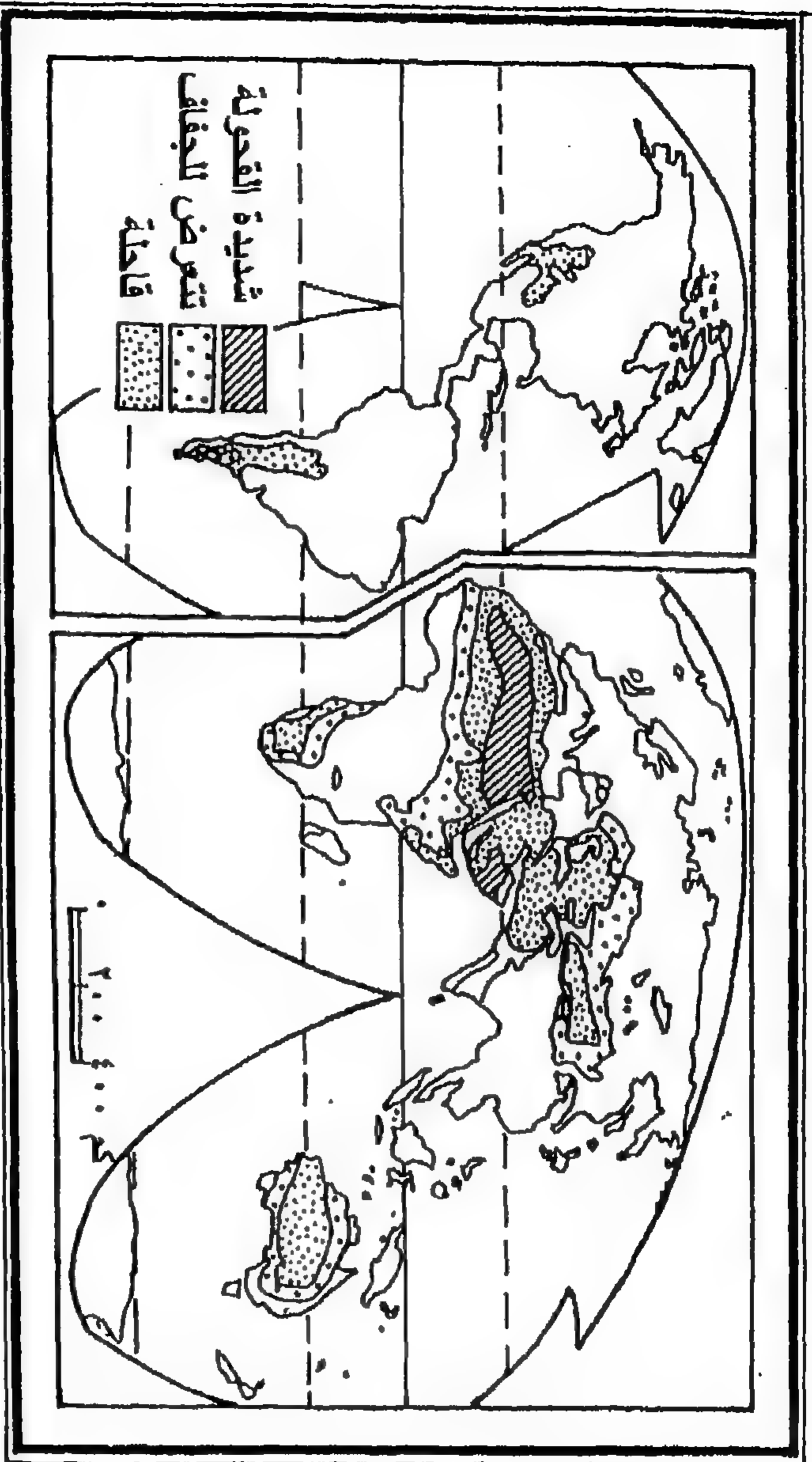
وهى صحارى مدارية وشبه مدارية، وتوجد فى نطاق هبوط الرياح الرأسى، وذلك حول خطى عرض ٣٠° شمالاً و ٣٠° جنوباً، ويمكن أن نطلق على هذه الصحارى أيضاً صحارى الضغط المرتفع الدائم.

ب- صحارى ظل المطر Rain shadow : وهى نوع من الصحارى يرتبط أساساً بمدى سقوط الأمطار مرتبطاً بالتضاريس. لذلك تقع هذه الصحارى على الجانب الآخر لواجهات الجبال التى تسقط عليها أمطار، ويصبح الوجه الآخر فى ظل المطر، ومن أمثلتها : صحراء وادى الموت، وبلتا نهر كلورادو شرقى جبال سييرا انيفادا فى ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة، وشمال شرق سييرا انيفادا فى أسبانيا، والحوض العظيم بين جبال روكى وسييرا انيفادا فى الولايات المتحدة الأمريكية، وصحراء شمال غرب الأرجنتين، وهضبة التبت حيث تقع جبال الهيمالايا جنوباً منها وتستقطب المطر وصحراء الكارو جنوب أفريقيا.

ج- الصحارى الساحلية : ويرجع تكونها إلى ثبات الهواء والناتج عن حركة تقليب مياه البحر الباردة إلى أعلى ووجود التيارات الساحلية البحرية الباردة ومن أمثلتها سواحل غربى الأمريكتين : حيث فى الجنوب تيار همبولت على سواحل شيلي وبيرو وتيار كاليفورنيا غرب الولايات المتحدة، وتيار بنجويلا جنوب غرب أفريقيا وتيار كناريا فى شمالها الشرقى.

د- الصحارى الترايبية Edaphic desert : ويقصد بها أن التربة مميزة لهذا الملح الصحراوى، حيث تكون التربة غير معدة وغير مؤهلة للأنشطة الزراعية أو نمو النبات الطبيعى بكثافة، حيث توجد فى هيئة : إما صخور صلبة غير مجواه مثل الجرانيت والنيس أو صخور ملحية أو مناطق ملحية وتربة غدقة.

هـ - صحارى فعل الإنسان : حيث ينتج عن الأنشطة البشرية تدمير الموارد الأرضية وهذا يزيد القحولة مثل شمال الصحراء الكبرى، وهى التى أشار إليها القصاص بأنها صحارى من صنع الإنسان ناتجة عن التصحر (بليع ونسيم، ١٩٩٤، ص ٣٥).



توزيع الأراضي القاحلة ودرجاتها في العالم  
شكل (١٦)

## التوزيع المكاني للأراضي الجافة والقاحلة :

(أ) قارة آسيا : تقع هذه الأراضي في القارة في عروض دنيا ووسطى وعروض عليا، لهذا فهي تمتد في العروض المدارية بها، وتصرف تصريفا داخليا بمساحة تصل إلى ٣٥% من مساحة القارة، بينما تصرف المناطق الموسمية مياهها نحو المحيط، ومعامل الجفاف بها أعلى من ٤٠ حسب معامل دي مارتون (De Martonne, 1927, p.411).

وإذا تتبعنا الصورة التوزيعية للأراضي الجافة والقاحلة من الشرق إلى الغرب نجد أنها توجد في الصين في الركن الغربي والشمال الغربي لها، وهي تشغل مساحة ٤,١ مليون كم<sup>٢</sup> من مختلف الدرجات الجفاف، وتمثل نسبة ٤٤% من مساحة الصين وهي مساحة كبيرة للغاية ونسبة كبيرة أيضا.

وقد حدثت أحوال جفاف dry في القرن ١٢، ١٥، ١٨ وتتابع بها أحداث الجفاف والفيضانات، واختلفت أطوال فترة الجفاف وفترة حدوث المطر والفيضانات، كما في جدول (١٤) حيث تم حدوث الجفاف بدرجة كبيرة وتكرار عالي. وبلغ عدد الحالات ١٥٢ حالة، أي ٨ حالات كل قرن كمعدل عام خلال ١٩٠٠ سنة، ويلاحظ أنه قد حدث بالصين ٩٨٤ حالة جفاف في مختلف الأقاليم خلال ١٩٠٠ سنة الماضية منذ الميلاد (Chu, 1926, p.276, table III) أما في روسيا فهو يحدث حسب المناطق بمعدل تراوح بين مرة كل ٢٠ سنة إلى مرة كل سنة كما في جدول (١٤).

أما في الهند فقد ساد الجفاف في ٦٠% من مساحة الدولة، وتنوعت الأراضي ما بين القاحلة في الشمال الغربي على هامش صحراء ثار وأراضي شبه قاحلة مجاورة لها، وأخرى شبه رطبة، ومجموعة رابعة تمثل أراضي انتقاليه (Sdasyuk, 1986, p.88)، وتصل جملة مساحة الأراضي القاحلة بأنواعها ٦٨٠ ألف كم<sup>٢</sup> تمثل نحو ٢٢,٨% من جملة مساحة الهند أغلبها تتوزع على أراضي قاحلة وشبه قاحلة وتختفي منها الأراضي شديدة الجفاف.

## جدول (١٤)

عدد حالات الجفاف في مقاطعات الصين في ١٩٠٠ سنة ماضية  
(من أول الميلا - ١٩٠٠) الصين وفي روسيا حسب نوع التربة

روسيا		الصين			
عدد المرات كل ١٠٠ سنة	نوع التربة	عدد حالات الجفاف	رقم المقاطعة	عدد حالات الجفاف	رقم المقاطعة
٢-٤ مرة	البذول	٥٠	٨	١٥٢	١
١٠-١٥	ارمادية (استبس)	١٠٢	٩	٩٥	٢
١٠-٣٠	التشرونوزيم	٥٨	١٠	١٥١	٣
٦٠-٧٠	الاستبس الجاف الجنوبية	٩٧	١١	١٠٠	٤
٩٠-١٠٠	شبه الصحرا والصحراء	٢٩	١٢	٩٠	٥
		٣٠	١٣	٦٤	٦
		١٧	١٤	١٢٧	٧
		٢٣	١٥		

المصدر : Kovda, 1980, p.89 & Chu, 1926

وفي بنجلاديش تتأثر أراضيها بحدوث الجفاف الذي يتكرر مثل حدوث الفيضان الكبير والأعاصير، وبمعدل يصل إلى مرة كل ٢,٥ سنة (Smith, 2001) وتظهر الأراضي الجافة في باكستان وتشغل معظم أراضي الدولة وبنسبة قدرها ٨٥,٧% من مساحتها.

وفي الركن الجنوبي الغربي للقارة الآسيوية توجد الأراضي الجافة في كل أراضي العراق - ماعدا السهول المروية - وفي الأردن نجد أن أغلبها شديد الجفاف إلى جاف، شأنها في ذلك شأن كل من الكويت والإمارات العربية المتحدة وعمان وقطر واليمن، وإن كانت اليمن أغلب أراضيها شبه قاحلة إلى قاحلة، ويصيب الجفاف في آسيا عامة نحو ٤٣% من المساحة، كما في جدول (١٤).

وإذا انتقلنا إلى المملكة العربية السعودية لوجدنا أنها تقع في نطاق الأراضي

القاحلة وتضم عدداً من الصحارى مثل صحراء الدهناء وصحراء الربع الخالى وغيرها، وتتميز هذه الصحارى بقلّة المطر وقلّة الرطوبة النسبية (فيما عدا السواحل) وتظهر السيول الجارفة بعد سقوط الأمطار، خاصة على الجبال الجنوبية الغربية حيث الأمطار الموسمية. ولهذا فإن ثلث المساحة منعدمة الأمطار (بين صفر - ٥٠ ملليمتر) وأكثر من نصف المساحة (٥٨%) شديدة الجفاف.

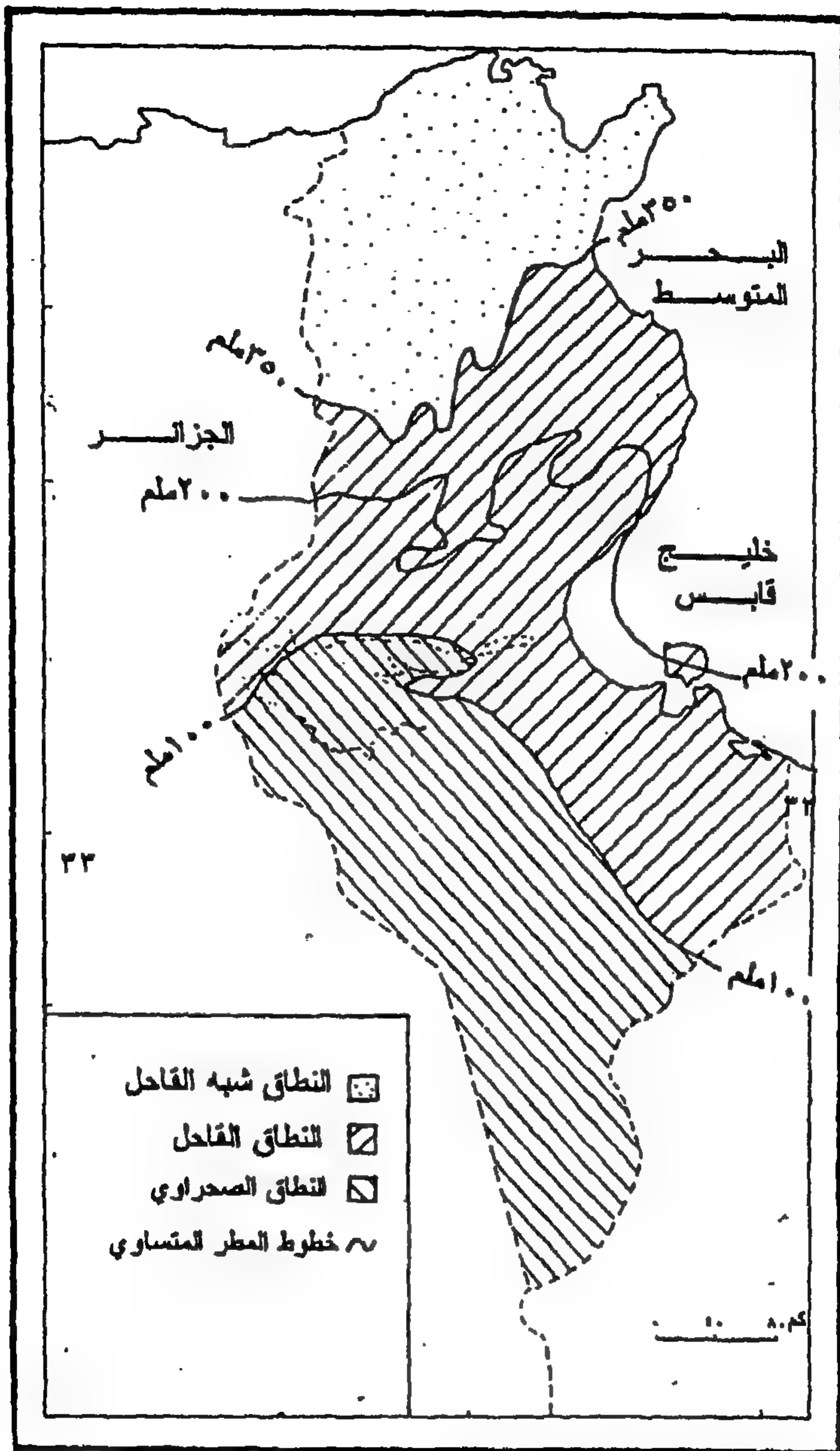
والقليل منها (٠,٥%) فقط تكون أراضيها شبه قاحلة والبعض يذكر بأنها ١,٥% بحيث تستقبل أمطار ٤٠٠-٦٠٠ ملليمتر وتبلغ هذه المساحة ١٠٠٠٠ كم<sup>٢</sup> فقط من جملة مساحتها البالغة ٢,١٥ مليون كم<sup>٢</sup>. وهكذا يبدو الحزام الممتد من أفريقيا إلى آسيا شاملاً شبه الجزيرة العربية وواصلًا حتى قلب آسيا وبحر قزوين وآرال والسهول المحيطة بهما ومعظم هضاب وأحواض منغوليا وسنكيانج كلها أراضي جافة.

### قارة أفريقيا :

تبلغ مساحة الأراضي القاحلة بها ١٥,٧٧ مليون كم<sup>٢</sup>، تمثل نسبة قدرها ٥٢% من مساحة القارة، ولذا تتزعم القارات من حيث نسبة المساحة القاحلة - بعد استراليا - التي تبلغ النسبة بها ٦١% من مساحة القارة. وأشارت اليونيب UNEP إلى أن  $\frac{٢}{٣}$  أفريقيا أراضي جافة (dry) (Smith 2001, p.301).

وإذا بدأنا التوزيع المكاني من الشرق إلى الغرب نلاحظ أن الأراضي المصرية تتراوح بين شديدة الجفاف إلى القاحلة التي لا يزيد فيها سقوط الأمطار عن ٤٠٠ ملليمتر فوق مساحة ٢,٩% فقط من مساحة مصر، وتشمل شمال سيناء وشمال الدلتا والساحل الشمالى الغربى لمصر، بينما تسود بها صحارى سيناء والصحراء الشرقية والصحراء الغربية التي تمتد إلى الأراضي الليبية التي تظهر فيها أراضي شبه قاحلة لا تزيد عن ٢٠٠٠ كم<sup>٢</sup> والباقية أراضي قاحلة أو شديدة الجفاف.

وفى بلاد المغرب العربى نجد أن ٨٨% من مساحة تونس اراضى قاحلة



المصدر: Mabbutt & Floret 1980

توزيع الأراضي القاحلة في تونس

شكل (١٧)

## جدول (١٥)

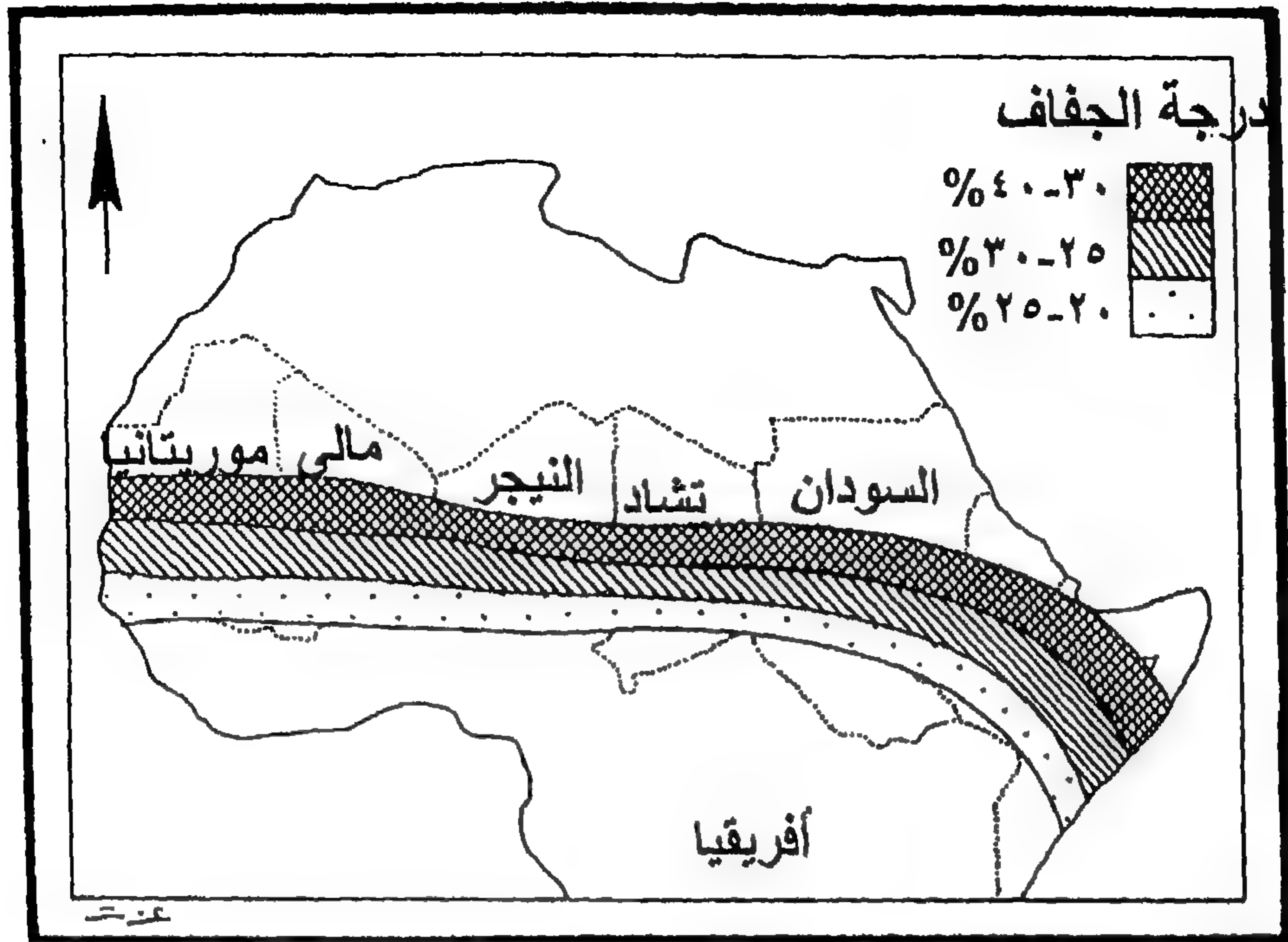
مساحات المناطق التى يطوقها الجفاف drought فى العالم

نسبة الأراضى التى يصيبها الجفاف	الإقليم
%٤٤	أفريقيا
%٤٣	جنوب آسيا
%٣٢	أمريكا الوسطى
%٢٨	استراليا
%٢٠	أمريكا الشمالية
%١٧	شمال ووسط آسيا
%١٧	أمريكا الجنوبية
%٨	أوروبا (خاصة أسبانيا)
%٢	جنوب شرق آسيا

المصدر : After Finkel, 1982

وشبه قاحلة، والأراضى شبه القاحلة  $\frac{1}{4}$  مساحة البلاد وتقع فى الشمال بينما نتجه إلى الصحراء بالاتجاه نحو الجنوب والتى تحدد بخط المطر المتساوى ١٠٠ ملليمتر، وتحتل الأراضى الجافة والقاحلة بأنواعها فى الجزائر ٩٧% من مساحة البلاد أما الشريط المطير فمساحته ٣% فى شمال الدولة، وتزيد المساحة فى المملكة المغربية إلى ٩٠% وأن أغلب هذه المساحة إما صحراء تماما أو مناطق شبه قاحلة.

أما نطاق الجفاف العظيم والذى يشار به إلى إقليم الساحل فى القارة الأفريقية فهو يضم عدة دول هى من الشرق إلى الغرب : جيبوتى والصومال وأريتريا وأثيوبيا والسودان وتشاد وجمهورية أفريقيا الوسطى والكميرون والنيجر ونيجيريا ومالى وموريتانيا والسنغال وفولتا العليا، أى نحو ١٤ دولة، كما يظهر فى شكل (١٨).



بتصرف. After: Smith&Petley, 2009.

الدول المتأثرة بأحداث الجفاف في إقليم الساحل بأفريقيا ودرجة الجفاف

(شكل ١٨)

وقد تعرض هذا الإقليم لهبوط في كمية التساقط منذ عام ١٩٦٨ حتى ١٩٧٣ خاصة في موريتانيا، حيث استقبل ١٢٢ مم عام ١٩٦٩ فقط بدلاً من ٢٨٤ مم كانت في عام ١٩٦٨، وقلت في عام ١٩٧٠ إلى ١٤٩ مم فقط، وجفت بحيرة تشاد عام ١٩٧٣ وتقلصت إلى  $\frac{1}{3}$  مساحتها أو حجمها الطبيعي، وفقد ٢ مليون رأس من القطعان نصفها من الماشية (U.N, 1977, pp.4-5).

ويشير لاهويرو (Le Houerou, 1992, p.187) إلى أن أحوال الجفاف Dry ليست وليدة اليوم، إنما حدثت منذ أمد بعيد، ورصد لنا عدة تواريخ حدث فيها هذا الجفاف كما في ١٨٩٥-١٩٠٠، ومن ١٩١٠-١٩١٦، ومن ١٩٣٨-١٩٤٣، وأن

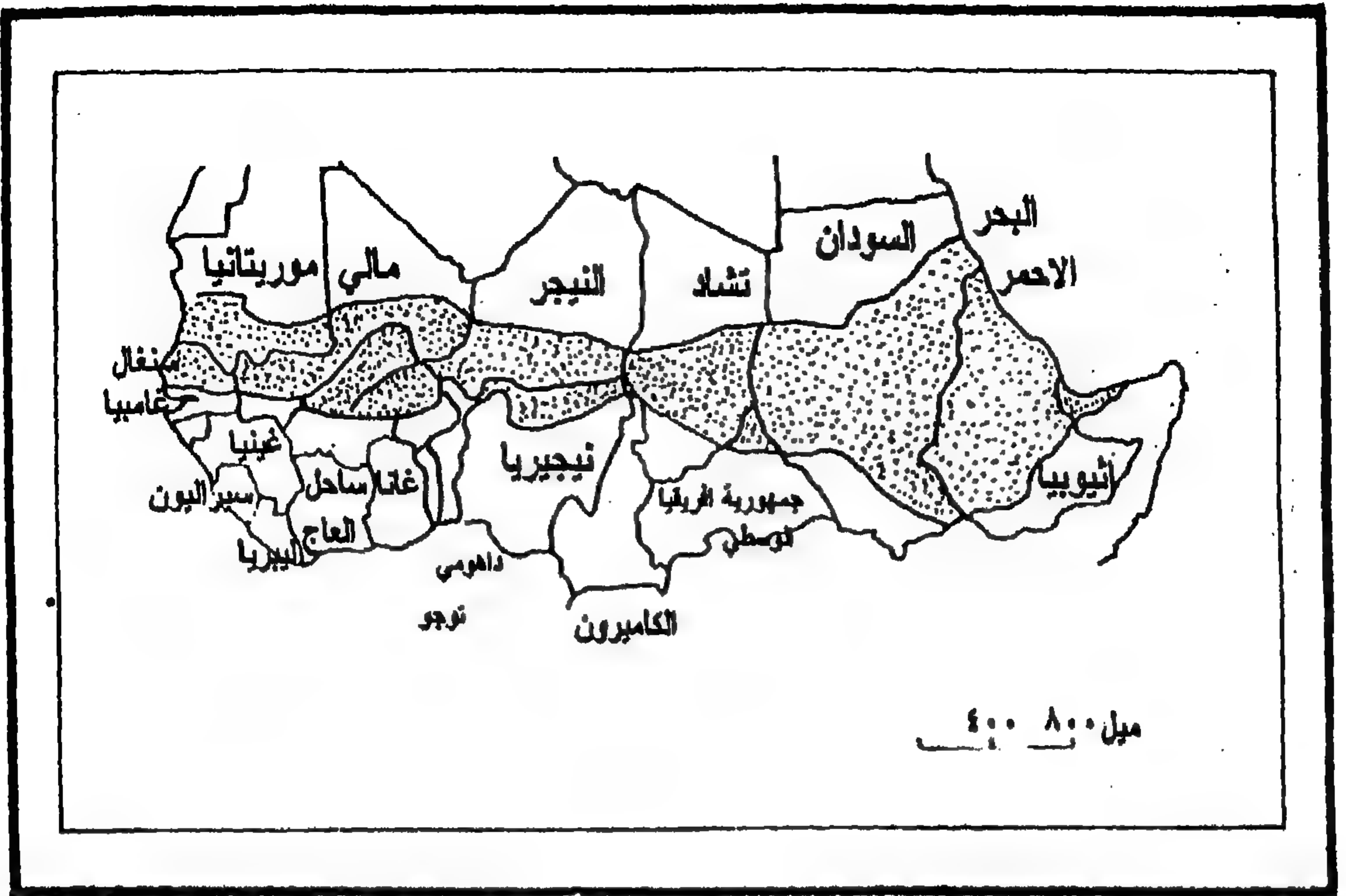
نفس الحال قد وجد في الأقاليم القاحلة في المناطق الأخرى في العالم كما هو الحال في ولاية تكساس بالولايات المتحدة والتي حدث بها جفاف في الفترات من ١٩٣٦-١٩٤٩ ومن ١٩٥٠-١٩٥٦، ومن ١٩٦١-١٩٦٥ وفي شمال إفريقيا حدث في الفترة ٤٦-١٩٤٨، ١٩٨٠-١٩٨٥، وظروف حدوثه في الولايات المتحدة وغيرها من الأماكن في العالم كان بسبب تكوين تيارات النينو في المحيط الهادي.

وقد ظل إقليم الساحل خلال الستينيات والسبعينيات يستقبل مطراً على طول الهامش الصحراوي بنسبة ٤٠% - ٦٠% فقط من معدلها، ونقصت إلى ١٥% فقط في بعض المناطق شمالي مالي ووسط النيجر وشمال تشاد في ١٩٧٢-١٩٧٣ (محمد، ١٩٩٢، ص ٤٢)، ولم تنكسر حدة موجة الجفاف التي اجتاحت هذا الإقليم في النصف الثاني من القرن العشرين إلا في عام ١٩٩٤ شكل (١٨).

ويلاحظ أن درجة الجفاف (أو نسبة حدوثه) في دول إقليم الساحل تزيد بالابتعاد عن النطاق شبه الاستوائي والاتجاه نحو الشمال حيث تصبح الأمطار فصلية من جهة، وتقل تدريجياً بالابتعاد عن خط الاستواء من جهة أخرى ولذا يزيد التباين فتزيد درجة الجفاف وحدثه.

ويتكرر الحال في النصف الجنوبي للقارة الإفريقية، حيث تتراوح نسبة الأراضي القاحلة في الدولة ما بين ١٠٠% من مساحتها كما في بتسوانا وناميبيا ٩٨%، وبين ٧٥% كما في كيب فرد غرب القارة، وقد تقل إلى نصف مساحة الدولة على غرار السودان كما في كينيا والتي بها ٥٢% وفي جمهورية جنوب أفريقيا ٥٦% وهناك دول تقل بها المساحة القاحلة بدرجاتها إلى أدنى نسبة مساحية مثل مدغشقر وزامبيا بنسبة ٨% في كل منهما.

وهكذا يتضح أن الاتساع المساحي والموقع ووجود السواحل ووجود مناطق أحواض بنائية داخلية معزولة ووجود أنماط التصريف الداخلي كلها لعبت دوراً في ظهور الجفاف، وفي الجنوب الغربي ترتبط صحراء جنوب غرب القارة بتيار بنجويلا البارد وتمتد حتى نهر الكونغو شمالاً، بينما في الحزام الممتد من أريتريا إلى



المصدر: Oliver, 1981

### توزيع إقليم الساحل في قارة أفريقيا

شكل (١٩)

نياسا شرقي القارة هو حزام جاف وتشير النباتات الطبيعية إلى الجفاف، وبالاتجاه نحو الشمال الشرقي نجد الإستبس والصحراء شرق بحيرة فكتوريا ويمتد إلى الصومال ويوازي الساحل (De Martonne, 1927, p.440).  
أمريكا الشمالية :

على الرغم من وقوع دولة مثل كندا في عروض معتدلة باردة وباردة إلا أنه توجد بها مساحة تقع تحت ظروف الجفاف، وتبلغ ٠,٠٣ من المليون كم<sup>٢</sup>، وتمثل ٠,٣% من مساحة الدولة، وهي تقع تحت الظروف شبه القاحلة Semiarid، وهي تمثل مناطق امتداد طبيعي لنفس النطاق الموجود في الولايات المتحدة عبر جبال

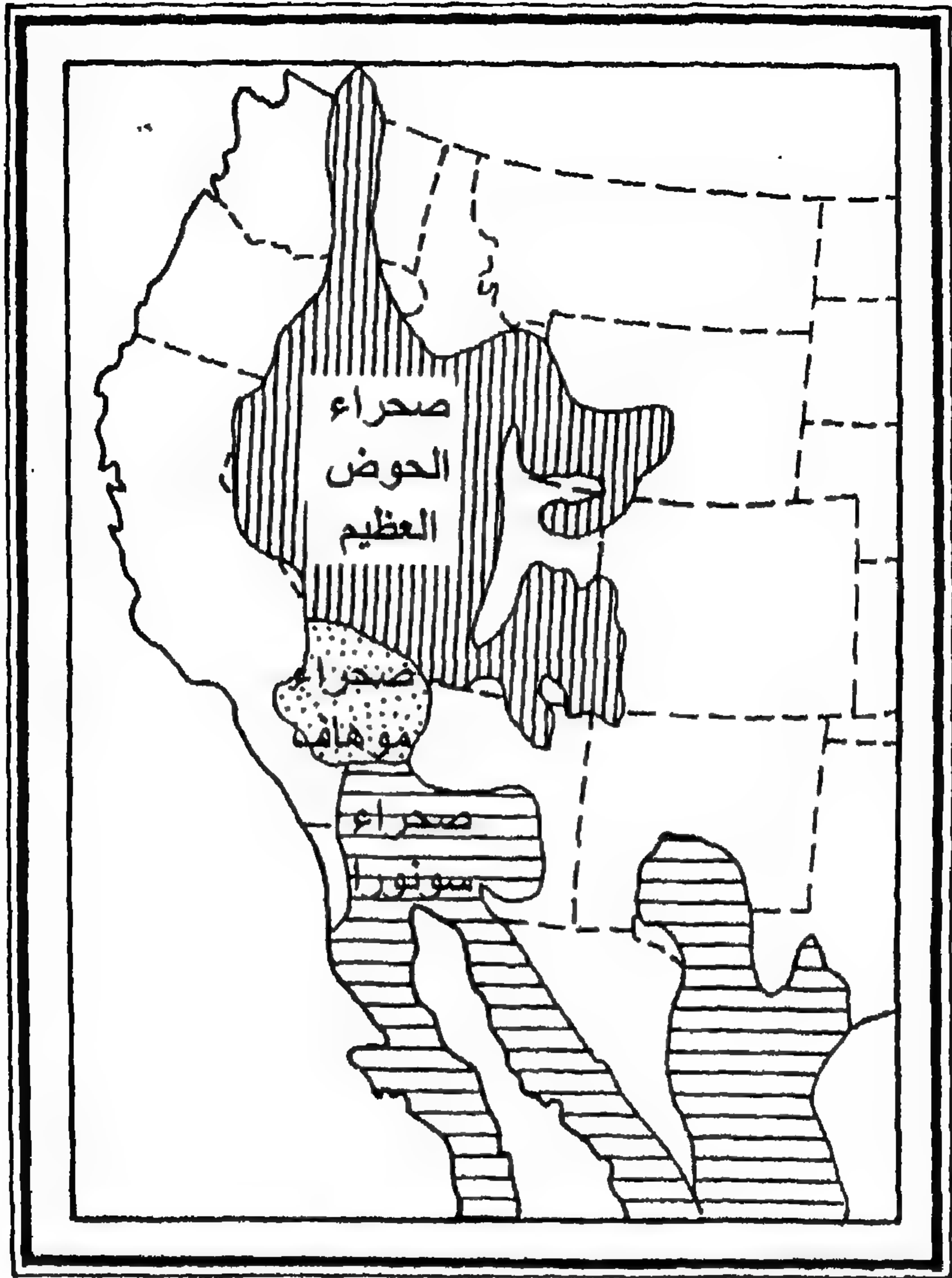
روكى والمناطق الداخلية بين الجبال شرقا والبحر ممثلا فى المحيط الهادى بجباله المرتفعة غرباً.

وفى الولايات المتحدة تقع المناطق الصحراوية والنطاق فى غرب وجنوب غرب البلاد، وتزيد نسبة مساحتها إلى ٢٣% من مساحة الدولة وتبلغ هذه النسبة نحو ٢,١٥ مليون كم٢.

وتعتبر قارة أمريكا الشمالية من أوضح القارات فى نظم التصريف الداخلى وتبلغ المساحة ١٠% من الدولة. وقد أثر المناخ والتيارات البحرية على تكوين الأراضى الجافة والقاحلة إضافة إلى دور التضاريس فى هذا التكوين. وتمتد المناطق الجافة - والقاحلة من جبال روكى حتى الحوض العظيم غرباً، حيث يقل معامل الجفاف حسب معامل دى مارتون عن ٣٠، وقد يقل إلى ٢٠ فى الحوض العظيم (De Martonne, 1927, pp. 409-410).

ويضم النطاق القاحل والجاف غرب وجنوب أمريكا الشمالية عدة صحارى هى من الشمال إلى الجنوب : صحراء الحوض العظيم Great Basin، وإلى الجنوب منها توجد صحراء موهاف Mohave وإلى الجنوب من موهاف توجد صحراء سونورا Sonoran، ثم صحراء شيهاهواون Chihauhaun شمالى المكسيك والتي تمتد إلى هضبة وسط المكسيك، كما فى شكل (٢٠).

ويوجد الجفاف dry فى نطاق السهول العظمى كمظهر متكرر من حين لآخر كل ٢٠ سنة فى الجنوب الغربى وفى المناطق شبه الجافة بالسهول العظمى. وقد حدث الجفاف فى بداية الثلاثينيات من القرن العشرين والتي عرفت باسم "Theduat Bowl" والتي تعنى العواصف الترابية السريعة، وقد انتشرت وفيئات عديدة سجلتها السلطات فيما بين ١٨٩٠-١٩١٠ أثناء حدوث الجفاف (Smith, 2001, p.298) وأغلب المناطق الأمريكية التى تقع هنا هى شبه قاحلة، والقليل منها نسبياً يقع تحت الظروف الجافة، وتشمل أيضاً صحراء أريزونا وتكساس.



توزيع الصحارى فى قارة أمريكا الشمالية  
شكل (٢٠)

أما المكسيك قبها ما يقرب من نصف مساحتها تقع تحت ظروف الأراضي القاحلة والجفاف ومنها صحراء وسط المكسيك وشمالها، وشمالها الغربي شاملة شبه جزيرة كاليفورنيا.

### أمريكا الجنوبية :

تقل نسبة المساحة القاحلة والجافة في دول أمريكا الجنوبية بالنسبة لمساحة كل دولة على حدة، وإن كانت أكبر مساحة توجد في الأرجنتين (٥٢% من المساحة) وشيلي (٤١% من المساحة)، أما باقي الدول فتتراوح المساحة بين ١% - ١٦% فقط.

وتتوزع المنطقة القاحلة وشبه القاحلة في الطرف الشمالي الشرقي للبرازيل في مناطق سييرا، وباراهيبيا، وبيرنامبوكو، وهذا الإقليم به مجموعة أودية ضحلة أغلبها مجرد خطوط من البحيرات والبرك الطويلة الشكل، تتشكل في فصل المطر وتصبح بعد ذلك شبه جافة أو جافة لأطول فترة في السنة. وقد تعرض هذا الإقليم لفترات جافة أصابته في الربع الأول من القرن التاسع عشر في سنوات ١٨٠٤، ١٨٠٨-١٨٠٩، و ١٨١٦-١٨١٧، و ١٨٢٣-١٨٢٥ مما أدى إلى حدوث هجرات السكان نحو الجنوب (Friese, 1938, p.373). وقد عانت البرازيل من قسوة الجفاف في سنوات ١٩١٥، ١٩١٩، ١٩٣٤، ١٩٩٤، وزادت حساسية الأرض واستعدادها للتصحّر Vulnerability.

ويعتبر إقليم شمال شرق البرازيل من أشهر الأقاليم الجافة في القارة والذي يكون له صلة بتوزيع الكتل الهوائية. فأمطار الشتاء التي تواجه الساحل الجنوبي الشرقي وتصل إلى بيرنامبوكو لا تستطيع أن تواصل سيرها غرباً أو شمالاً، في حين نجد أن الفترة من ديسمبر حتى مايو تأتي الرياح الدفيئة من المحيط الأطلنطي في العروض الاستوائية، وإذا وصلت المنطقة تتزود بالمياه بشكل مستمر حتى تصل إلى المنطقة بين المدارين وأثناء عبورها فوق أنهار شمال شرق البرازيل فإن المنطقة تعتبر أنها تمر بفترة جفاف (Jamis, 1939, p.134).

وفى غرب أمريكا الجنوبية توجد صحراء أتكاما والتي تشغل مساحة قدرها ٣٦٠ ألف كم<sup>٢</sup>، وتمتد فى كل من شيلى وبيرو، وهى صحراء ساحلية، تمتد على هوامشها أيضاً أراضي جافة تشبه فى تكوينها صحراء كلهارى جنوب غرب أفريقيا. ويتوزع النطاق القاحل وشبه القاحل فى غرب أمريكا الجنوبية من خط الاستواء حتى خط عرض ٣٥° جنوباً إلى الغرب من جبال الأنديز، لذا يمتد فى شيلى وبيرو وإكوادور. ويتميز النطاق شبه القاحل فى شيلى بين خطى عرض ٣٠-٣٢° جنوباً، حيث يتميز بقلة الأمطار وشدة تقلب عمليات السقوط خاصة وإن التساقط يكون بين شهرى مايو وأغسطس، ويتراوح المطر بين ١٤٣-٢٠٠ ملم (Fuentes & Compusano, 1985, p. 67 & 70).

وإذا اتجهنا من الغرب نحو الشرق إلى داخل أمريكا الجنوبية تجاه بوليفيا وباراجواى نجد امتداداً للمناطق القاحلة وشبه القاحلة. وفى شمال بوليفيا توجد كويستا تعرف باسم كويستا ساما Sama والتي تتميز بسيادة الجفاف، وبالاتجاه منها نحو الشرق يزداد الانخفاض، وتظهر الأودية النهرية والأودية الجافة وشبه الجافة، ويوجد نهر ريوجراند الذى يتميز إقليمه بالتكوينات الجافة وتمتد مساحة واسعة تشغلها مسيلات ضيقة، ويشبهها فى ذلك أودية اليانجاز التى تشغل نطاقاً منخفضاً فى المناطق الجبلية، ويبدو أن المنخفض يتميز بظروف مناخية أكثر جفافاً (Troll, 1929, p. 244 & 249) ويلاحظ أنه بالانخفاض تتشبع الرياح أو الهواء ببخار الماء وبالارتفاع يحدث التكاثف، ولما كان موقع هذه المناطق فى بوليفيا داخلى، ومحاط بمرتفعات فإن الهواء يجفف الإقليم ولا يغذيه الهواء بأمطار فيميل إلى الجفاف أكثر من ميله إلى الأحوال الرطبة والتساقط.

أما النطاق الثالث فتوجد به الأراضي القاحلة وشبه القاحلة والصحارى وهو الشريط الضيق الهامشى شرقى جبال الإنديز، والذى يمتد من خط عرض ١٨° جنوباً حتى جنوب إقليم بتاجونيا، نحو الجنوب وهو نطاق يقع فى ظل المطر الذى تحجبه سلاسل الكورديليرا المكونة لجبال الأنديز، وتكون هضبة بتاجونيا معظم أجزاء هذا النطاق القاحل وشبه القاحل، وهذا النطاق يتسع فى الشمال ويضيق

بالاتجاه نحو الجنوب متأثراً في ذلك بامتداد السلاسل الجبلية والشكل المستدق المميز لجنوب أمريكا الجنوبية.

#### أستراليا :

تبلغ مساحة قارة أستراليا ٧,٦١ مليون كم<sup>٢</sup>، منها ٦١% أراضى قاحلة وشبه قاحلة (Le Houérou, 1992, p.201)، أما المساحة التي تقع تحت ظروف الجفاف فتبلغ ٢٨% من القارة كما في شكل (٢١).

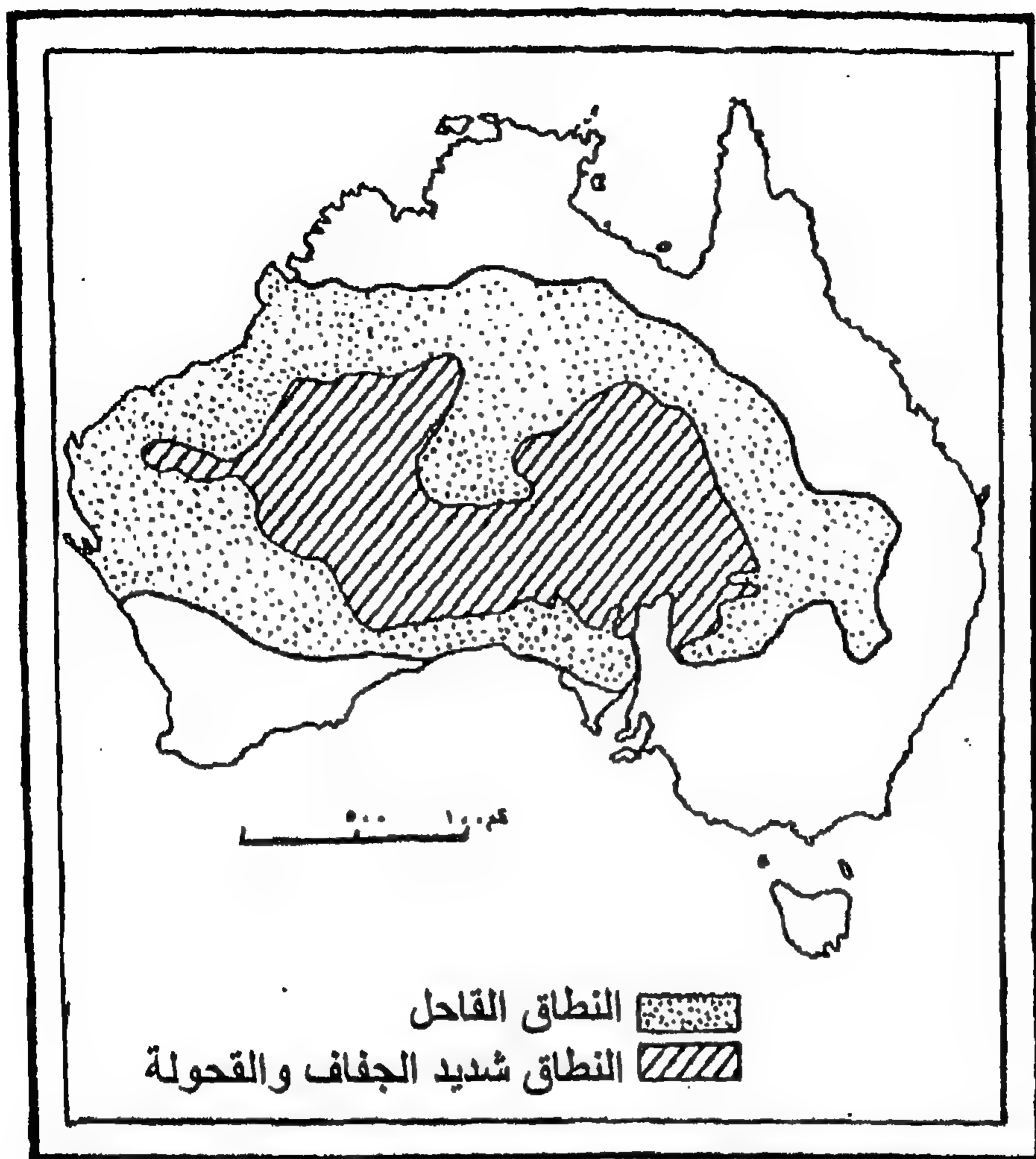
وينظر إلى الصحراء الغربية في أستراليا على أنها ليست صحراء كلية، حيث قد توجد فيها بعض المراعى الجيدة في فصول التساقط العادي، ومع هذا قد يأتي الجفاف ويطبق عليها ويدمر المراعى (Clapp, 1926, p.230).

والصحراء الغربية في أستراليا ليست قطعة واحدة، إنما هي عدة صحارى متصلة أو منفصلة جزئياً، حيث تشمل صحراء جيسون، والصحراء الرملية الكبرى، وصحراء فكتوريا، وصحراء سمبسون، وهي كلها صحارى أكثر جفافاً وأقل عمرانا وسكنى ومعظمها جرداء وخالية من الأشجار.

ويتكرر حدوث جفاف dry في أستراليا كل فترة. وقد أصابها الجفاف خلال الفترة ١٩٧٩-١٩٨٣ وكان أقسى حالات الجفاف في التاريخ الأسترالى، حيث تأثر أكثر من نصف المزارع بالجفاف، وتأثر به ٦٠% من الثروة الحيوانية القومية للبلاد، وذلك بسبب تقويض التربة وتدهور النبات الطبيعي (Smith, 2001, p.290).

#### قارة أوروبا :

هي من أقل القارات في امتداد الأقاليم الجافة والقاحلة نظراً لتوغل المسطحات المائية البحرية داخل أراضيها، وعدم وجود حواجز جبلية تعترض مسار معظم الأعاصير وأضداد الأعاصير والتي تتسبب أحوالها في سقوط الأمطار. ومع ذلك فإن الوضع التضاريسى لبعض المناطق مثلما الحال في اسبانيا تخلق مجالاً لظهور الجفاف كما هو الحال فوق هضبة المزييتا، وجنوب شرق البلاد، ووقوع أراضى أسبانيا إما في ظل المطر خلف الجبال الموجودة في البرتغال أو تكون محاور الجبال من الغرب إلى الشرق متمشية في معظم الأحوال



المصدر: Buckly, 1985

توزيع المناطق القاحلة في استراليا

شكل (٢١)

بشكل مواز لاتجاه الرياح فيقل التساقط، أو توجد المناطق بالداخل وتكون محاطة بجبال مثلما هو في هضبة المزيّتا التي تحيط بها جبال كنتبريان شمالاً وسييرانيفادا جنوباً وجبال البرتغال في الغرب حيث سلاسل سستيميا الوسطى وامتدادها غرباً.

وتوجد مناطق أخرى في القارة قد يكون الجفاف فيها غير محسوس، حيث يمتد نطاق من نهر الفولجا حتى بحر قزوين. كما أن إقليم البحر المتوسط جنوب أوربا يتميز بأنه يتراوح بين المناخ شبه الرطب والمناخ شبه الجاف، ولذا فإن البعض يضعه ضمن نطاق الأراضي الجافة في القارة الأوروبية (Young, 1998, p.17).

### توزيع أحداث الجفاف drought في العالم :

يمكن توزيع أحداث الجفاف والتي أصابت العالم، في أواخر القرن العشرين، توزيعاً مكانياً، وذلك اعتماداً على الكتابات، وعلى شكل (٢٢). وقبل هذا التوزيع المكاني يمكن عرض بعض الملاحظات على جفاف عام ١٩٧٢ من جهة وجفاف عام ١٩٨٢ من جهة أخرى بالصورة الآتية :

(١) أن جفاف عام ١٩٧٢ لم يزد عن ٢٢ منطقة.

(٢) أن جفاف عام ١٩٧٢ لم يكن له انتشار مثلما الحال في جفاف ١٩٨٢.

(٣) أكثر الزيادات في الحالات نجدها ظهرت في أفريقيا وأمريكا الجنوبية، وهذا له علاقة قوية بظاهرة النينو.

(٤) يلاحظ على خريطة توزيع الجفاف drought عام ١٩٨٢ أيضاً أن الجفاف يظهر في مناطق شرق القارات مثلما يظهر في غرب القارات.

(٥) أن الجفاف قد أصاب كل القارات بلا استثناء فهو يظهر في قارة أوربا مثلما يظهر في أفريقيا، ويظهر في أمريكا الشمالية مثلما يظهر في أمريكا الجنوبية.

(٦) أنه يظهر في العروض الحارة وفي العروض المعتدلة على السواء، حيث يظهر في نيجيريا وغانا وبنين في العروض الحارة في أفريقيا ونجده يظهر في شمال غرب القارة في العروض المعتدلة الدفينة حيث يظهر في المملكة

المصدر: 1993 Kenneth After



توزيع أحداث جفاف ١٩٨٢ في العالم  
شكل (٧)

المغربية. وفي أمريكا الجنوبية تظهر أحوال الجفاف على جانبي خط الاستواء في البرازيل وفي الجيانات وشمال فنزويلا في العروض المدارية الحارة، ونجده أيضاً يظهر في شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية حيث مجموعة الولايات الأمريكية حول نيويورك وما جاورها من الأراضي الكندية في حوض نهر سانت لورنس وتقع أغلبها في العروض المعتدلة الباردة.

(٧) أنها تتوزع في داخل القارات مثلما توجد أيضاً على السواحل وبالقرب منها على هوامش القارات، ففي وسط آسيا وجد الجفاف في كازاخستان وجنوب غرب سيبيريا والنطاق الجنوبي لجبال الأورال، وفي قلب القارة الأفريقية وجد في غرب السودان وتشاد وهي أجزاء من إقليم الساحل، كما وجد في قلب آسيا أيضاً حتى في نيبال.

أما التوزيع الجغرافي لمناطق حدوث الجفاف drought في العالم، والموضح في شكل (٢٢) فيمكن التعرف عليه في كل قارة على النحو التالي :

#### ق آسيا :

- ١- سهل الصين الشمالي وهوبي.
- ٢- إقليم ماليزيا - شبه جزيرة الملايو وغرب بورنيو .
- ٣- سرى لانكا.
- ٤- جنوب شرق تايلاند.
- ٥- اندونيسيا وجزيرة بابوا - نيوجينيا وجزر ميلانيزيا (في غرب المحيط الهادي).
- ٦- جنوب وشرق الفلبين.
- ٧- جنوب بورما (مينمار).
- ٨- لاوس وشمال تايلاند وجنوب فيتنام وكمبوديا.
- ٩- الكوريتان الشمالية والجنوبية وشمال شرق الصين .
- ١٠- نيبال.
- ١١- غرب وشمال الهند خاصة إقليم راجستان.

١٢- جنوب فيتنام وشرق كمبوديا.

١٣- جنوب شرق ووسط بنجلاديش.

١٤- جنوب الهند فى كيرلا.

### أفريقيا :

١- شمال غرب أفريقيا فى الجزائر والمغرب وجزر كناريا.

٢- جنوب شرق أفريقيا شرق بتسوانا وجنوب زامبيا وجنوب موزمبيق وشمال جمهورية جنوب أفريقيا.

٣- وسط ناميبيا.

٤- شمال تنزانيا وشرق رواندا.

٥- شمال شرق أفريقيا، وشرق السودان وشمال شرق أوغندا وشمال أثيوبيا وكل أريتريا.

٦- إقليم الساحل فى أفريقيا، وجزر الرأس الأخضر وشمال السنغال والساحل الغربى، وشمال غامبيا وجنوب موريتانيا ووسط مالى وشمال فولتا العليا.

٧- الساحل الغربى الأفريقى فى ساحل العاج، وغانا وتوجو وبنين ونيجيريا وساوتومى وجزيرة برنس.

٨- جنوب شرق أفريقيا : فى شرق زيمبابوى وجنوب موزمبيق.

٩- أنجولا.

### أوروبا :

١- أسبانيا والبرتغال.

٢- وسط الاتحاد السوفيتى السابق (روسيا الاتحادية) وجنوب الأورال وغرب سيبيريا.

٣- جنوب إيطاليا : فى صقلية.

٤- دول حوض البحر المتوسط مثل جنوب إيطاليا، واليونان، وغرب تركيا.

- ٥- بولندا وأجزاء من يوغسلافيا (السابقة) وشرق ألمانيا.
- ٦- جنوب غرب روسيا وذلك فى شمال القوقاز وأوكرانيا ودول بحر البلطيق.
- أما عن الجفاف فى أوربا فى عام ٢٠١٠ فيلاحظ عليه الآتى :
- أ- أنه فى  $\frac{1}{4}$  السنة الأولى حدثت موجة ارتفاع حرارة هى الأعلى منذ فترة طويلة.
- ب- حدث أخطر ارتفاع درجة حرارة منذ ١٣٠ سنة ماضية خاصة فى موسكو .
- ج- حدث أسوأ جفاف فى بريطانيا منذ عام ١٩٢٩، وتسبب فى حدوث عشرات الحرائق فى روسيا أيضاً مما هدد أمنها العسكرى والبيئى من قواعد عسكرية ومنصات الصواريخ وتلوث هواء موسكو بالدخان الكثيف.
- استراليا والأوقيانوسية :

- ١- جنوب شرق استراليا فى ولايات ويلز وفكتوريا واستراليا الجنوبية.
- ٢- نيوزلندا : على الساحل الشرقى للجزيرة الجنوبية وسهول كانتربرى.
- أمريكا الشمالية والجنوبية وجزر الكاريبى :

(١) وسط وشمال شرق المكسيك، وجنوب شرق تكساس .

(٢) شمال بيرو وأكوادور وكولومبيا خاصة فى وادى كوكا ومجدلينا.

(٣) الأرجنتين : فى مقاطعة بوينس آيريس.

(٤) شمال شرق البرازيل.

(٥) جنوب هايتى وجاميكا.

(٦) كوستاريكا وجنوب نيكارجوا.

(٧) شمال غرب كولومبيا، وشمال فنزويلا، والجيانا .

(٨) جنوب الولايات المتحدة : في تكساس وأجزاء من أوكلاهوما وأركنساس.

(٩) الساحل الغربى لأمريكا الجنوبية: جنوب بيرو وشيلي.

(١٠) جنوب الولايات المتحدة في شمال مين وجبل واشنطن ونيوهامبشير، وجنوب شرق كندا في منطقة وادى نهر سانت لورنس.

الولايات المتحدة الأمريكية : دراسة حالة للتوزيع الجغرافى

(أ) فى الشرق : يلاحظ أنه فى منطقة نيوانجلند وجد الجفاف من الدرجة المعتدلة DI ومن الدرجة الخفيفة جدا DO وهو ما يعرف بالجفاف غير العادى.

(ب) فى منطقة البحيرات العظمى استمر العجز فى المطر لمدى طويل.

(ج) فى نطاق السهول استقبلت الأجزاء الوسطى والجنوبية منها مطراً أقل من المعتاد، وقل المطر أو ندر فى كل من ولايتى تكساس ولويسيانا أو انعدام فيها المطر وغطى معظمها الجفاف الخفيف أو المعتدل. وانخفض منسوب المجارى المائية ونقصت المياه بسبب النقص فى الأمطار.

(د) فى الغرب اختفى المطر من معظم الولايات الشرقية الواقعة فى الغرب الأمريكى وأغلب حالات الجفاف هى من النوع غير العادى DO ومن الجفاف المعتدل وأدى هذا إلى استمرار سيادة الجريان المائى بمناسيب أقل من المعتاد، إضافة إلى وجود حالات من الجفاف القاسى severe وهو D2 أما جزر هاوى فقد اشتد فيها الجفاف وتراح بين الجفاف المعتدل D1 والجفاف المتطرف وأيضا الجفاف الشاذ D3 ، D4 ويظهر فى شكل (٢٣).

أنواع الجفاف فى الولايات المتحدة عام ٢٠١٠

(١) وجد الجفاف الزراعى والمرتبط بالمحاصيل والمراعى وأراضى الحشائش فى كل من :

• منطقة الساحل الشرقى على الأطلنطى.

- منطقة سهول المسيسيبي وساحل المكسيك في الجنوب في لويزيانا وتكساس .
- جنوب شرق البحيرات العظمى،
- جنوب وجنوب غرب البحيرات العظمى.

(٢) الجفاف الهيدرولوجي : وهو المتعلق بجريان الأنهار في الولايات المتحدة حيث ظهر هذا النوع جنوب غرب بحيرة متشجان.

- في وسط السهول العظمى.
- في أريزونا وجنوب غرب الولايات المتحدة.
- في شمال شرق ولاية كاليفورنيا وجنوب واشنطن.
- في جزر هاواي.
- في وسط شبه جزر السكا.

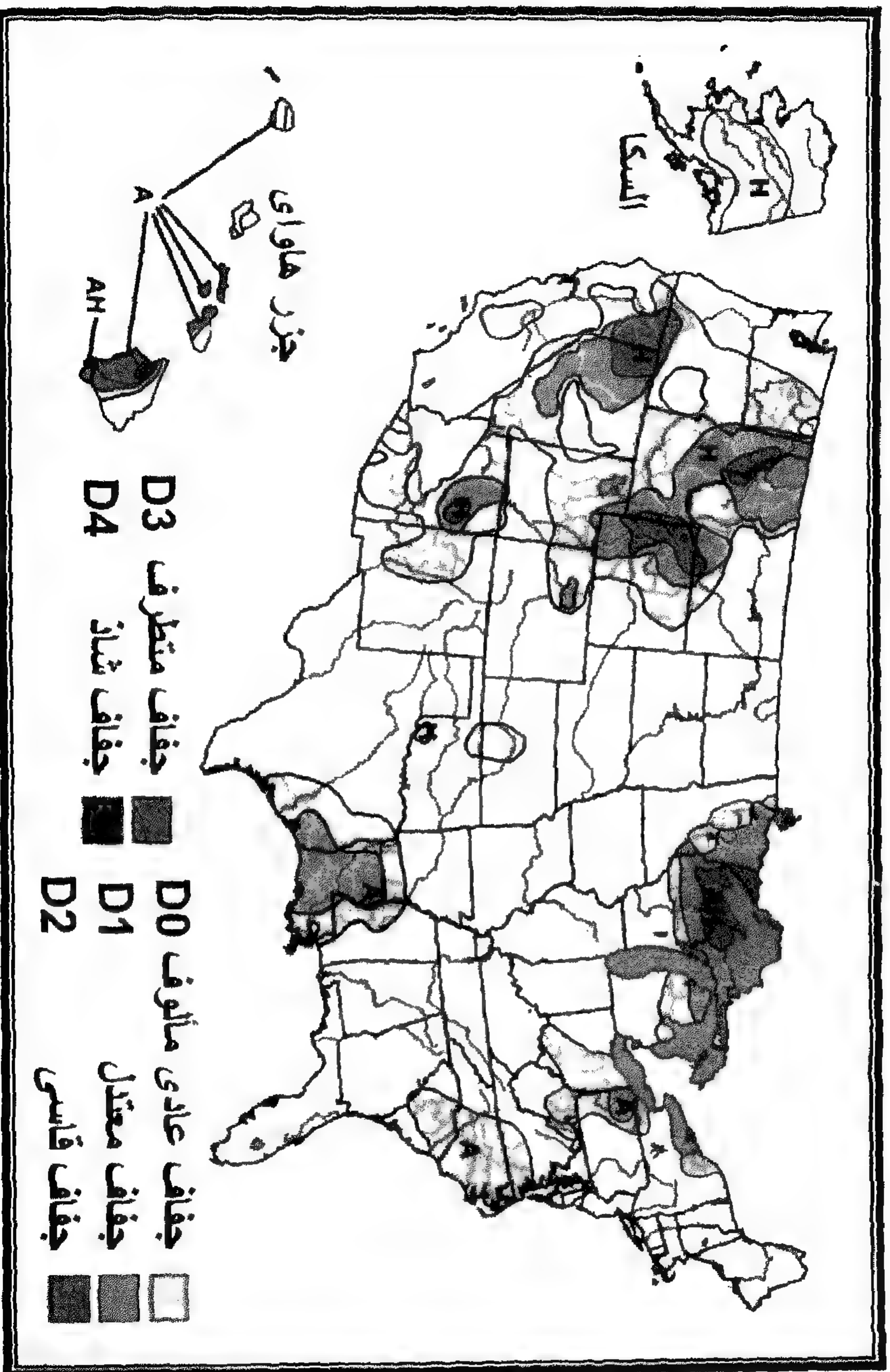
### الجفاف الزراعي

قدر في عام ١٩٩٥ أن المعدل السنوي للفاقد بالجفاف = ٦ - ٨ بليون دولار. وقدرت بعض منظمات إدارة الكوارث أنه في مقابل إنفاق دولار واحد لتقليل الخطر الواقع من الكارثة Mitigations فإنه يتم إنقاذ وتغادي ٤ دولار.

### درجات الجفاف في الولايات المتحدة :

١- جفاف خفيف Abnormal ويأخذ رمز Do وهو حالة الجفاف المألوفة والتي لا تسبب قلقاً اجتماعياً أو إدارياً أو اقتصادياً ونجده ينتشر في معظم الولايات الغربية الأمريكية، بدءاً من الجنوب الغربي حتى الشمال مع الحدود الكندية، ويضم بيئات حارة وبيئات معتدلة ومعتدلة باردة.

ويوجد في الأجزاء الجنوبية في جنوب السهول الوسطى في ولايات كانساس وأولاكوما وتكساس إضافة لولاية نبراسكا في الوسط الغربي . هذا ويوجد في شبه جزيرة السكا ويغطي نصف مساحتها في حوض نهري يوكون وكوسسوكويم فسي جنوبه. كما يطوق أجزاء حول البحيرات العظمى، إضافة إلى ولايات كارولينا في أقصى الشرق.



رصد الجفاف فى الولايات المتحدة

تحت الظروف الحديثة والمعاصرة

شكل (٢٣)

٢ - جفاف معتدل Moderate ويأخذ رمز D1 : ويوجد عادة في الأجزاء الداخلية من مواضع الجفاف الخفيف السابق ذكرها، إضافة إلى ولايات مسيسيبي ولويسيانا على الساحل الجنوبي المطل على خليج المكسيك.

٣ - جفاف قاسى Severe ويأخذ رمز D2 : ويظهر في خمسة مواضع رئيسية هي على النحو التالى:

أ- مثلث ولايات نيفادا وكاليفورنيا وأوريجون وحيث توجد ما يعرف بالصحراء العليا ونطاق الحوض العظيم Great Basin.

ب- فى شمال شرق ولاية أريزونا حيث توجد هضبة كلورادو.

ج- شمال ولاية ايداهو المتاخمة للحدود الكندية فى الشمال الغربى الأمريكى، وحيث توجد سلسلة جبال بيتيروت وهى جبال عظمى ضمن جبال روكى.

د- الركن الغربى لولاية ويونج والتي تقع شرق ولاية ايداهو السابق ذكرها حيث توجد سلسلة جبال وندرفر Wind River Rang ضمن سلاسل جبال روكى.

هـ - جنوب وغرب بحيرة سوبيريور الواقعة أقصى غرب البحيرات العظمى حيث توجد تلال مرتفعة شكل (٢٣).

### الآثار البيئية للجفاف drought :

تتعدد الآثار البيئية للجفاف الذى يصيب مناطق كثيرة فى نصفى الكرة من العالم وفى كل قارات العالم نجد دولا تتأثر سنوياً بحدوث الجفاف. ويمكن أن نجمل هذه الآثار ثم نعرض لنماذج لبعض منها وذلك على النحو التالى :

(١) حدوث التدهور الزراعى.

(٢) تدهور البيئة الحيوية.

(٣) هجرة السكان.

(٤) حدوث المجاعات ونقص الغذاء.

ويمكن عرض بعض الحالات والنماذج لمثل هذه الآثار على النحو التالي :

(١) التدهور الزراعى : يتسبب الجفاف فى حدوث نقص زراعى، ونقص فى إنتاجية المحصول وذلك فى البيئات التى تعتمد فيها الزراعة بقدر كبير على الأمطار وتعرف بالزراعة المطرية. ولما كان الجفاف يعنى النقص فى كمية الأمطار السنوية، فإن هذا لاشك سوف ينعكس على نقص الإنتاج، وتدهور المحصول، وتقلص المساحة المزروعة أيضاً وهذا يمثل تدهوراً زراعياً.

ومن أمثلة ذلك الجفاف الذى يحدث فى إقليم الساحل بالقارة الأفريقية، حيث أن الجفاف هناك يعنى مدى وفرة المياه السطحية المتاحة للشرب والتى غالباً تكون نادرة، وهو يعنى العجز فى سقوط الأمطار عن الدرجة التى تفى بأغراض الشرب وعن نمو محاصيل الحبوب والأعلاف التى تنمو على الأمطار، وتصبح الإنتاجية فى ٣ - ٥ شهور فقط وحالتها ما بين الجيدة والردئية ، وغير منتظمة فى جملتها العامة (Mortimore, 1987).

وفى نيجيريا كإحدى الدول الأفريقية التى تتأثر بمشكلة الجفاف نجد أن حالات الجفاف فى أوائل السبعينيات من القرن العشرين أدت إلى انخفاض إنتاج الذرة من نوع الدخن Millet وهبوطه إلى ٤٠% وإلى ١٢% فقط، وقل عدد الحيوانات بمقدار الثلث، وقام الزراع ببذر بذور الحبوب التى لديهم وعاشوا شهرين بدون حبوب حتى إلى ما بعد الحصاد فى عام ١٩٧٣ (Ibid, p.6) . وفى غينيا تعرض الذرة com للجفاف يؤدى إلى قصر طول النبات إلى نصف طوله فقط.

وتختلف درجة حدة الجفاف فى الصومال، حيث يوجد الجفاف كل ٣ - ٤ سنوات، وكان من أكبر إصابات للجفاف بها هو ما حدث عام ١٩٨٠ الذى قتلت ملايين عديدة بسببه من الحيوانات.

وفى بريطانيا حدث الجفاف عام ١٩١٦ وعانى منه كثير من الأوربيين، وانخفض دخل المزارع فى بريطانيا إلى ٣٠%-٤٠% فقط (Mckay, 1978, p.54). وحتى الولايات المتحدة الأمريكية نفسها لم تسلم من التدهور الزراعى الناتج عن

حدوث الجفاف، وحدث ذلك خلال ١٩٨٧ - ١٩٨٩ في الغرب الأمريكي، وجفاف أقل قد حدث في نيويورك عام ١٩٨٥ مما أدى إلى فقد زراعى كبير بسبب العجز في المطر والتساقط (Burton et al., 1993, p.18)

(٢) تدهور البيئة الحيوية : يتسبب نضوب المطر وحدث الجفاف فى بعض السنوات فى نقص وتدهور النبات الطبيعى والحيوان الفطرى. ومن أمثلة ذلك أن قلة الأمطار كما أشار ساكسينا (Saxena, 1999) فى نطاق الحشائش الحارة والمعتدلة - أى السافانا والاستبس - تؤدي إلى تدهور الحشائش، وهذا ينعكس على أعداد الحيوانات التى تعيش فى المراعى والتى تحدث لها نقص ونفوق مما يتسبب فى حدوث المجاعة ومن المعروف أن الجفاف يحدث إذا قل تساقط المطر إلى حد يتراوح بين ٢٥% - ٥٠% عن المعدل.

(٣) هجرة السكان : يتأثر السكان بدرجة سريعة بحدوث ظاهرة الجفاف، حيث أن تدهور الإنتاج الزراعى الناتج عن حدوث الجفاف يتسبب فى حدوث اضطراب اجتماعى لدى السكان، مما يجعلهم يفكرون فى الرحيل عن المكان والهجرة إلى مناطق أكثر أماناً فى المعيشة، خاصة إذا طالت فترة الجفاف وتعاقبت سنواته. ومن أمثلة ذلك ما حدث فى البرازيل حينما حل الجفاف، والذي أدى إلى تحرك الفلاحين إلى المدن الجنوبية مما قلل من مخاطر الجفاف على السكان (Burton et al., 1993, p.25) كما سبق الذكر. وفى قارة أفريقيا حدث الجفاف فى إقليم الساحل وتأثر به ١٣ دولة، وتراوح عدد السكان المتأثرين به فى كل دولة منها ما بين ٠,١ من المليون نسمة فى الرأس الأخضر و ٦ مليون فى السودان، وإجمالى السكان المتأثرين به ١٩,٢ مليون نسمة، هاجر منهم ٣ مليون نسمة بسبب الجفاف (Glantz, 1987, p.23)

(٤) حدوث المجاعات ونقص الغذاء : نظراً لنقص المحاصيل وتدهور الإنتاج، والزيادة السكانية الطبيعية بين سكان المناطق المتأثرة بالجفاف يزداد حاجتهم للغذاء والذي يتناقص بسبب الجفاف، وقد يصل هذا النقص إلى حد حدوث

المجاعة. ويحدث مثال ذلك في الصومال وموريتانيا ودول إقليم الساحل بأفريقيا. ففي تنزانيا يحدث الجفاف مرتان كل ٣ سنوات ولكنه لا يكون ذو أثر على حدوث المجاعة. أما التكرار الأعلى فهو حدوث المجاعة في أماكن محددة مرة كل ٥ سنوات وتكون مؤثرة على نصف عدد السكان، وتحدث مجاعة كبرى بسبب حدوث جفاف كبير كل ١٠ سنوات (Burton et al., 1993, p.18).

## الجفاف في المملكة العربية السعودية

### (أ) مظاهر الجفاف في المملكة :

- (١) جفاف عدد كبير جداً من الآبار الجوفية التي حفرت في المنحدرات الشرقية جنوب غرب المملكة إضافة إلى المناطق الداخلية أيضاً وبنسبة وصلت إلى نحو ٨٠%.
  - (٢) نقص المياه أمام السدود المقامة في منطقة عسير والتي تحتجزها سنوياً، وبنسبة عجز تصل إلى ٩٠%.
  - (٣) جفاف كثير من النباتات الشجرية والمحاصيل بسبب العجز المائي اللازم لرى المحاصيل، والسبب هو نقص الأمطار من جهة وزيادة السحب من الماء الجوفي نتيجة لذلك من جهة أخرى، ولذا أصبح الخزان المائي الجوفي يتناقص سنوياً بمعدل ١ - ١,٥ متر (المركز الوطني للأرصاد والبيئة، ٢٠٠٢، ص ١٧).
- ارتفاع درجات الحرارة في المناطق المختلفة بالمملكة عن الفترات السابقة، بحيث إذا أخذنا ثلاثة محطات متباعدة من الشمال إلى الجنوب وهي : عرعر، وحائل، والرياض وقارنا متوسط درجة الحرارة السنوى في عامى ١٩٩٠، ٢٠٠٠ نجد أنها كانت في عرعر ٢٢,٢° م وظلت تقريباً كذلك بحيث أصبحت في عام ٢٠٠٠ تبلغ ٢٢,١° م . أما في حائل فقد زادت من ٢٢,٥° درجة مئوية إلى ٢٢,٩° درجة عام ٢٠٠٠، ولكنها قلت عام ٢٠٠٤ إلى ٢٢,٣° وزادت في الرياض من ٢٦,٢° درجة إلى ٢٦,٤° درجة مئوية، ثم إلى ٢٦,٦° عام ٢٠٠٤ كما في جدول (١٦).

## جدول (١٦)

تغير درجات الحرارة والعواصف الرملية في بعض المناطق السعودية

متوسط درجة الحرارة			عدد أيام العواصف الرملية		
السنة	١٩٩٠	٢٠٠٠	٢٠٠٤	٢٠٠٠	٢٠٠٤
عرعر	٢٢,٢	٢٢,١	٢٢,٨	٢٠	٢
حائل	٢٢,٥	٢٢,٩	٢٢,٣	—	٣
الرياض	٢٦,٢	٢٦,٤	٢٦,٦	—	٤

• المصدر : الكتاب الإحصائي السنوي، العدد ١٧، ٣٦ والجدول والتجميع من إعداد المؤلف.

أما في واحة القطيف في المنطقة الشرقية نجد أن هناك ارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة، حيث زاد المعدل خلال ٢٠ سنة بمقدار ١,٦° مئوية لشهر فبراير ممثلاً لحرارة الشتاء ونحو ٢,٧° مئوية في شهر يوليو ممثلاً لفصل الصيف.

(٥) تزايدت العواصف الرملية والترابية خلال السنوات الخمسة عشر الماضية حتى منتصف العقد الأول من القرن الحادي والعشرين. ويلاحظ من جدول (١٦) وأن كانت قد نقص عددها في عرعر إلا أنها مازالت ممثلة. ومن جهة أخرى تزايد عددها في كل من حائل والرياض، والتي كانت لم تسجل حالات منها في عام ١٩٩٠، بحيث ظهر بهما ١٣ عاصفة و ٤ عواصف في كل منها على التوالي.

(ب) آثار الجفاف على بيئة المملكة :

(١) نقص مستوى الماء الجوفي :

نقصت المياه الجوفية وانخفض مستواها بسبب عدم تزودها من مياه الأمطار والناجم عن الجفاف. ففي المنطقة الشرقية جفت عيون كثيرة وهبط منسوب بعض الآبار، وقد بلغ النقص في بعض الآبار الجوفية إلى ٧ أمتار في الأحساء والقطيف. كما خفضت مناسيب المياه في ينابيع كثيرة في واحة القطيف ومن أشهرها عين

القصير، وجف بها كثير من العيون. وفي عين العوينة هبط منسوب المياه في سنة واحدة عام ٢٠٠٢ بمقدار ٥ أمتار عن العام السابق بينما في عين القصي بالقطيف انخفضت ١٠ أمتار (المركز الوطني للأرصاد والبيئة، ٢٠٠٢).

وفي منطقة مكة المكرمة وجد نقص حاد في المياه الجوفية العميقة. لأودية المنحدرات الجبلية في محافظة الطائف، وانخفض مستوى المياه الجوفية في منطقة المدينة المنورة، وفي محافظة العلا، بينما في محافظة خيبر حدث بها نضوب.

وإذا انتقلنا إلى منطقة عسير نجد حدوث هبوط حاد في المياه الجوفية وبعض الآبار قد نضبت تماماً، ويشبهها في ذلك منطقة نجران حول مدينة نجران وحبونا، والخرخير والمياه في جزر فرسان.

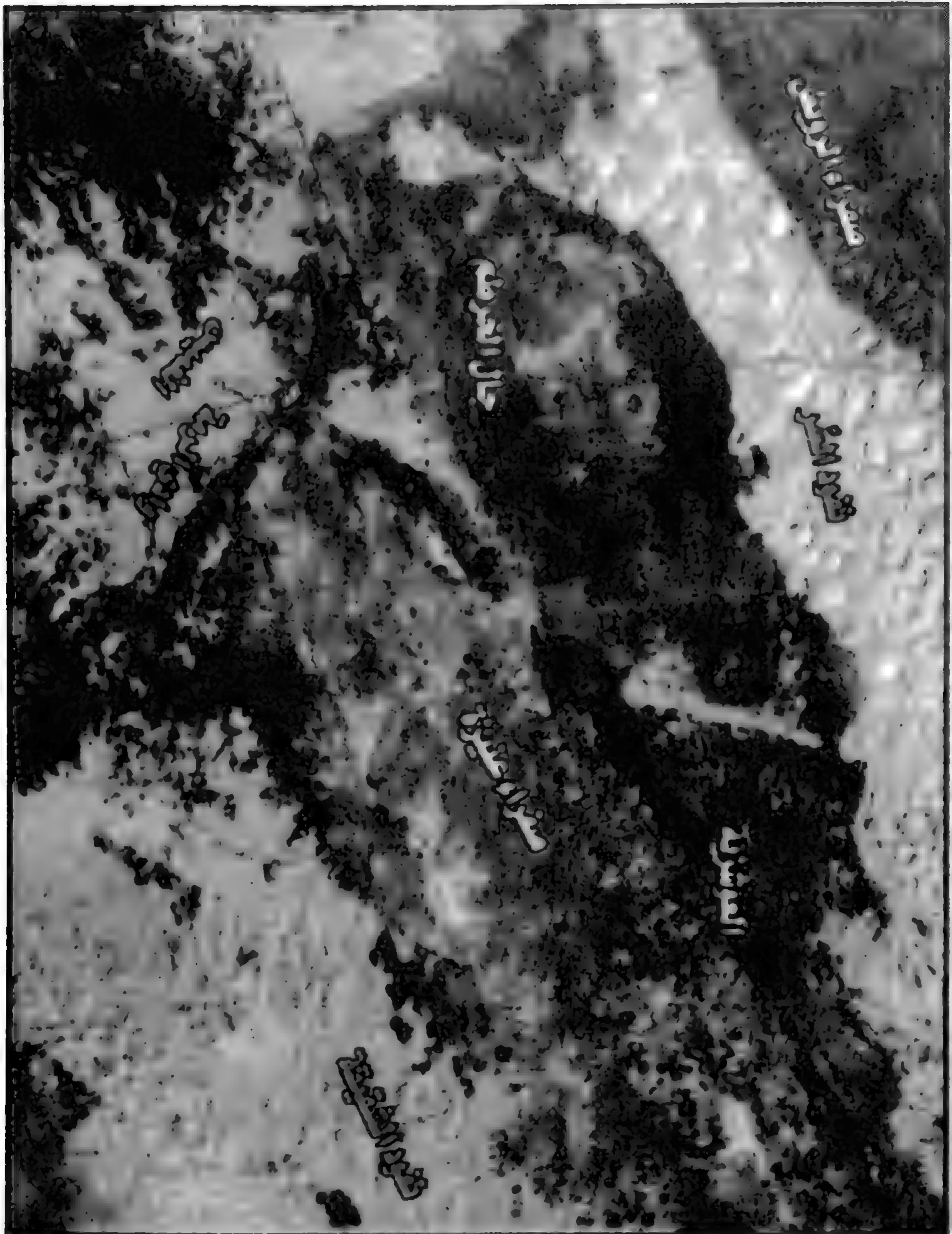
أما في المنطقة الوسطى في حائل فقد انخفضت معدلات إنتاجية الآبار في الدرع العربي، وجفت بعض العيون والآبار خاصة في منطقتي أجا وسلمي. ويشبهها الحال في منطقة تيماء والجوف مع ارتفاع نسبة ملوحة المياه في معظم حالات حائل والجوف.

وفي منطقة سكاكا نضبت المياه السطحية (القريبة من السطح) وانخفض منسوب المياه الجوفية في منطقة الجوف.

## (٢) تعرية التربة :

أدى الجفاف الذي أصاب كثير من أرجاء المملكة وفي سنوات متتالية حتى بدايات القرن الحادي والعشرين إلى جفاف التربة وبالتالي تعريتها وفقد خصوبتها نتيجة نقص الأمطار وبالتالي قلة النبات الطبيعي، خاصة في مناطق عسير.

ونظراً لسيادة الجفاف، وما تبعها من نشاط في العواصف الرملية والترابية فإن هذا قد أدى إلى زيادة معدلات نحت التربة، خاصة في المناطق المكشوفة. وقد عمل ذلك على زيادة معدلات النحت في منطقة نجران ومحافظةاتها مثلما الحال في بدر الجنوب وفي حبونا وحول مدينة نجران ، وفي منطقة الجوف في شمال المملكة حيث زادت معدلات تعرية التربة هناك في محافظة القريات وفي مركز عين



صورة توضح مناطق التصحر وزحف الرمال في القطاع الجنوبي  
بمنطقة القصيم  
شكل (٨)

الحواس وفي مركز الفياض أيضاً ، وفي منطقة دومة الجندل حيث تكثر العواصف الترابية التي تتحت وتزيل الرواسب السطحية من التربة.

### (٣) التصحر وزحف الرمال :

لما سادت ظروف الجفاف ونقص الأمطار، ونشطت العواصف الترابية، فإن هذا ساعد على جرف الرياح للرمال وحدوث مشكلات زحف الرمال على الأراضي الزراعية وعلى الطرق ومراكز العمران، وردم كثير من النبات الطبيعي. فقد سجلت حالات زحف الرمال في تيماء شمال حائل وزادت معدلات التصحر في الأقاليم الشمالية.

وفي المنطقة الشرقية حدث زحف الرمال بمعدل ١٠ أمتار سنوياً وأصبحت الأراضي الزراعية مهددة مما أدى إلى اتخاذ الحكومة تنفيذ مشروع حجز الرمال بواحة الأحساء.

أما في منطقة المدينة المنورة فإنه بسبب نقص الأمطار وشدة الحرارة وتفكك التربة فإنه زادت مساحة الأراضي التي تتعرض للتصحر، ونفس الحال في محافظة العلا حيث نقصت أعداد المزارع المنتجة للمحاصيل الزراعية.

وفي منطقة نجران زادت معدلات التعرية والتصحر، وكثرت العواصف والدوامات الترابية، وحدث زحف رمال حول مدينة نجران وفي الخرخير.

وفي منطقة اللوشم شرقي ترمداء وأشيقر وشقراء حدثت أحوال زحف رمال على الأراضي المزروعة، وهاجمتها الكثبان في بعض المواضع ، وزادت رقعة التصحر في منطقة السر التابعة للقصيم شكل (٢٤)، وفي منطقة حائل، إضافة إلى زحف الرمال وزيادة المساحة المتصحرة في محافظة تيماء في منطقة تبوك، وفي منطقة الجوف في محافظة القريات وفي مركز عين الحواس ومركز الفياض وفي القطيف أيضاً.

#### (٤) نقص مساحة المراعى :

تسبب الجفاف فى تدهور المراعى فى شرقى الطائف، وقل النبات الطبيعى فى منطقة المدينة المنورة، وقلت مساحة النبات الطبيعى فى محافظة خيبر، وماتت الأشجار المعمرة من الطلح والسدر والعرعر فى منطقة عسير، وقلت المراعى فى نجران ومحافظاتها المختلفة، وجفت النباتات فى جزر فرسان، وتدهورت المراعى فى حائل وفى تيماء وبعض محافظات الجوف خاصة النباتات الحولية، وماتت بعض الشجيرات والأشجار المعمرة التى تعتمد عليها الماشية كغذاء فى منطقة القطيف.

#### (٥) آثار اجتماعية :

هجر كثير من السكان مناطق الزراعة المتدهور واستقروا فى المدن القريبة للعمل بالمهن الحضرية. كما هجر كثير من الرعاة مناطق الرعى المتدهور واستقروا على هوامش المدن فى منازل متدهورة تعرف باسم المخيمات وأغلب مادة بنائها من الصفيح والأخشاب، بحيث يكون موقعهم يجعلهم على اتصال بسكان الحضر والاختلاط معهم والعمل بالمهن المتواضعة.



## الفصل الخامس

### الأشكال الجيومورفولوجية فى الأقاليم

الجافة والقاحلة (dry & aird)



## الأشكال الجيومورفولوجية فى الأقاليم الجافة والقاحلة

تتسم الأقاليم الجافة بملامح جيومورفولوجية خاصة بها، حيث تتأثر إما بعوامل باطنية فتظهر الأشكال البنائية، أو بملامح النحت الهوائى حيث أن للرياح السيادة دون العوامل الأخرى فى تشكيل ملامح السطح بهذه المناطق حيث تنشط الرياح فى عملها فى ظل ظروف الجفاف. كما تنتشر ملامح الإرساب الهوائى على مساحات كبيرة فى البيئة القاحلة بمختلف الأشكال الجيومورفولوجية فى المناطق المختلفة. ويمكن التعرف على الصورة العامة لأنواع الأشكال الجيومورفولوجية وتوزعها فى كل قارة، وخصائص هذه الأشكال.

### قارة آسيا:

#### أولا أشكال بنائية :

وهى الأشكال الناتجة عن العوامل الباطنية مثل الصدوع والبراكين والالتواءات وغيرها. وتوجد بقارة آسيا فى الأقاليم الجافة والصحراوية عدة أشكال منها الحافات الصدعية، ومن أمثلتها حافة جبال خنجان فى الصين، والحافات الصدعية المحددة لوادى عربة وعلى جانبى البحر الميت، إضافة إلى مناطق الدروع ومن أمثلتها الدرع العربى فى المنطقة الواقعة شرقى جبال الحجاز فى شبه الجزيرة العربية والتي تظهر ملامحه فى منطقة رحائل وتيماء<sup>(\*)</sup>. ويضاف إلى الملامح السابقة وجود السفوح الجبلية والهضبية من أمثلة سفوح جبال كون لن فى غربى الصين وسفوح تيان شان فى شمالها الغربى، وسفوح جبال البرز وزاجروس فى إيران، وسفوح جبال بلاد الشام وهى سفوح إنكسارية فى غالبيتها العظمى نتيجة الانكسارات التى حدثت فى السلاسل الجبلية الالتوائية فى بلاد الشام. أما السفوح الغربية والشمالية الغربية لشبه الجزيرة العربية فهى إنكسارية تكونت مرتبطة بنشأة إخدود البحر الأحمر وخليج العقبة وهى نشأة صدعية. والمظهر الثالث هو

---

(\*) من الزيارات الميدانية للمؤلف فى أرجاء شبه الجزيرة العربية.

الكويستات والتي تنتشر فوق هضبة نجد بأعداد كبيرة للغاية خاصة غربى جبل طويق، وفي أراضى لبنان.

### التطبيق على المملكة العربية السعودية :

هناك نوعان من الكويستات كشكل من أشكال البناء تكون ناتجة عن عوامل باطنية في المملكة العربية السعودية :

(١) كويستات ذات أحجام صغيرة توجد في مناطق سهلية مثلما الحال في مجموعة الكويستات التي تنتشر في سهول الحمادا، والواقعة إلى الغرب من جبل طويق، وينحصر نطاقها فيما بين جبل طويق شرقاً، وعريق البلدان ونفود الثويرات غرباً، وهي في منطقة شقراء والوشم وتمتد حتى قبالة مدينة الغاظ. وتتباعد مثل هذه الكويستات عن بعضها، وعددها بعشرات الحالات والتي تتفاوت في مراحل تطورها النحتي ما بين الشباب والنضج والشيخوخة حسب درجة نحتها وتقويضها ومعظمها نشأ في تكوينات الحجر الجيري والمارلي والطفل والتي ترجع لصخور العصر الجوراسي الأسفل من نوع تكوينات مَرات (التركماني، ١٩٩٦، ص ٣١).

(٢) كويستات كبيرة، وتعرف في المملكة باسم "جال" وجمعها جالات. وينتشر هذا النوع بصورة أكبر في المنطقة الوسطى ومنطقة القصيم. فهناك عدة حالات يمكن عرضها على النحو التالي :

أ- جال الخرطم ويقع شمال شرق صفراء عنيزة.

ب- جال الشماسية في منطقة القصيم شمال شرق عنيزة.

ج- جال الوطأة شرقي بريدة.

د- جال الربيعية شرقي بريدة.

هـ- جال المشقر غرب جبل طويق، غرب المجمة وهي جزء منقطع من جبل طويق.

وفى الركن الشمالى الشرقى للمملكة يوجد :

أ- جال الوطاة (أيضاً وهو مسمى متكرر) شمال شرق حفر الباطن.

ب- جال الخرماء شمال شرق حفر الباطن أيضاً.

ج- جال نواظر جنوب غرب رفحا فى منطقة الحدود الشمالية.

د- جال العاذرية شمال غرب رفحا.

هـ - جال الأمغر شمال شرق سكاكا ويمثل منطقة منابع جنوبية عليا لوادى  
عرعر.

(٣) كويستات عظمى، وهى تمتد فى طولها بعشرات الكيلومترات وقد تزيد أحيانا  
ليصل طولها إلى مئات الكيلومترات، والتى من أمثلتها : جبل طويق نفسه  
الذى هو عبارة عن كويستا عظمى وجهها ينحدر بشدة غرباً، وظهرها هو  
سطح الجبل نفسه وينحدر بخفة شرقاً ومن أمثلة هذا النوع من الكويستات  
أيضاً : الصفراوات والتى منها :

(أ) صفراء الرميثات قرب الدوادمى فى الجنوب حيث تمتد إلى صفراء  
السُر وتمتد إلى صفراء المربع وتنتهى شمالا بصفراء عنيزة.

(ب) صفراء المستوى إلى الشرق من السابقة وتمتد شمالا لتظهر بعد ذلك  
فى صفراء الأسياح فى القصيم.

(ج) صفراء الوشم تقع إلى الشرق من السابقة وفى غرب جبل طويق وتمتد  
حتى شقراء والتى توجد صفراء إلى الشمال منها تعرف بصفراء الغرابة  
فى طرفها الشمالى وتصل حتى نقطة التقائها مع عريق البلدان شمال  
غرب بلدة أشيقر.

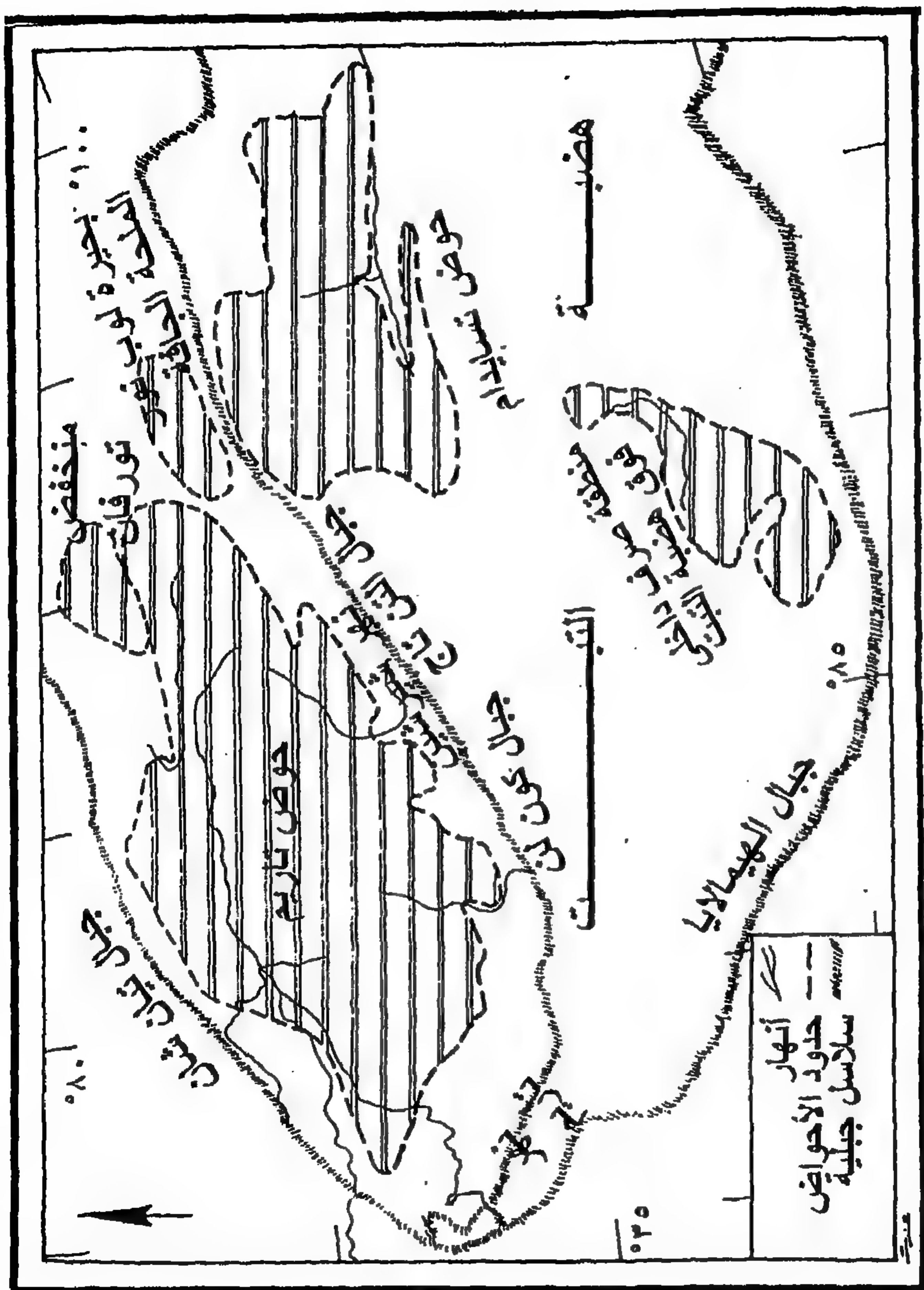
أما مجموعة الجبال التى تمتد فى نطاق الدراسة بالقارة الآسيوية وتكون ذات  
نشأة صدعية باطنية أو التوائية باطنية فتشمل جبال ذات نشأة التوائية مثل الطاي

وتيان شان، وجبال هندكوش والبرز وزاجروس في آسيا الوسطى، وجبال أخرى ذات نشأة انكسارية مثل جبال بلاد الشام، وجبال الحجاز وعسير.

ومن الهضاب البنائية في قارة آسيا هضبة التبت وهضبة البامير، والهضاب في باكستان وهضبة الدكن وهضبة إيران، والهضاب في صحراء بادية الشام وفي صحراء بلاد العرب والتي من أشهرها هضبة نجد التي تضم مجموعة من الهضاب الصغيرة ومنها الهضبة الواقعة شرقي الرياض وتعرف بالدغم وهضبة الصمان شمال وشمال شرق الدهناء، وهضبة الصلب إلى الشمال منها، وهضبة الحجره وتقع بين الدهناء جنوباً والحدود العراقية شمالاً، وهضبة الصمان وهضبة شذقم في منطقة الأحساء شرقي المملكة.

أما الأحواض البنائية فمنها حوض تساي دام وحوض زونجاريا الذي ينخفض بمقدار ٢٨٩ متراً وحوض تاريم في النصف الشرقي للقارة ومن أمثلتها أيضاً الأحواض العديدة في هضبة إيران والتي توجد بين سلاسل الجبال وتشغلها سبخات.

فإذا نظرنا إلى الخريطة شكل (٢٥) والتي توضح حوض تاريم Tarim Basin نجد أنه حوض بنائي تحكمت في نشأته عوامل الالتواء التي كونت جبال وسط آسيا، ومن هنا فإنه محدد من الجنوب بكل من جبال كون لن وجبال ألتن تاج، وهي تأخذ محاوراً غربية شرقية بشكل عام. أما في الشمال فإن الحوض يكون محدداً بجبال تيان شان وتأخذ محوراً جنوبياً غربياً - شمالياً شرقياً، ولهذا فإن الحوض أخذ محوراً من الجنوب الغربي - إلى الشمال الشرقي، ويصب فيه نهر تاريم القادم من الغرب والجنوب الغربي، ويقع الحوض عامة في التركستان الشرقية، كما تصب فيه أودية من جبال كون لن والتن تاج ومنها نهر شيرشين Cherchen وإلى الشمال الشرقي من الحوض مباشرة يوجد منخفض يعرف بمنخفض تورفان Turfan وينخفض بمقدار ٥٠٥ قدم (١٦٩م) عما يحيط به. وقاع حوض تاريم مغطى بالكتبان الرملية وفرشات الرمال والسبخات. كما يقع إلى الشرق منه حوض تساي دام.



الأحواض التكتونية في وسط أسيا في النطاق الجاف والقاحل

شكل (٢٥)

وهناك مظهر جيومورفولوجى آخر نتج عن العوامل الباطنية السريعة ويتمثل فى الطفوح البركانية. وتعرف هذه البراكين الفردية أو تلك المتصلة، والتي تبدو فى شكل مخروطى أو فى شكل هضبة بركانية مستوية فى المملكة العربية السعودية باسم الحرة وجمعها حرّات. وتتركز معظم الحرّات فى النطاق الجبلى والهضبى غرب وشمال غرب المملكة، ويمكن عرض كل حالة منها وموقعها على النحو التالى :

- ١- حرة الصفاة، هى بارتفاع ١٢٣٣ متراً عن البحر، تقع فلكياً على خط عرض ١٥° ٢٥ ش وطول ٤٥° ٣٩ ق، وموقعها النسبى بين الجبال الواقعة شمالها الشرقى وهو جبل المرتزة وجبال أم سوسى فى جنوبها الغربى.
- ٢- حرة عويرض، هى بارتفاع ١٣٠٠ متر، تقع بين جبل حلى سعدى شرقاً وجبل قرية غرباً، وتقع غرب مدائن صالح.
- ٣- حرة المكسر، وهى بارتفاع ٨٥٧ متراً، على خطى ٥٠° ٢٤ ش و ٢٥° ٣٩ ق شرقاً جبال الشقب وجنوبها جبال البيضاء.
- ٤- حرة المقرأة، بارتفاع ١٠٠٩ متر، على خطى ١٠° ٢٥ ش و ٥٠° ٣٧ ق بين جبال كتف شمالاً وجبال الطولى جنوباً، وهى فى منتصف المسافة بين وادى الخمض إلى الشرق منها وساحل البحر الأحمر إلى الغرب منها.
- ٥- حرة الزين، يطوقها خط كنتور ١٢٠٠ متر، وتقع على خطى ١٠° ٢٦ ش و ٥٠° ٣٧ ق، وفى شمالها الغربى جبال الكوبرة وجنوبها الشرقى جبال نهر.
- ٦- حرة نقيع، وهى على منسوب ١٦٣٢ متر، وتقع شمال غرب حرة عويرض.
- ٧- حرة هرمة، ومنسوبها ٨٣٣ متراً، وعلى خطى ٣٠° ٢٤ ش و ٢٠° ٤٠ ق وتقع بين مرتفعات فى شمالها الشرقى تشرف على وادى الحناكية، وجنوبها تقع مرتفعات جبال مريز (١٠٥٢ متر).
- ٨- حرة القفيف، ومنسوبها ١٠٦٥ متراً، وتقع على خطى ٣٠° ٢٤ ش، و ٥٠° ٤٠ ق بين جبال السدير شمالاً وجبال الأفهيد جنوباً.

- ٩- حرة الحزم، بارتفاع ١٠٥٠ مترًا، على خطى  $45^{\circ}$  -  $24^{\circ}$  ش، و  $39^{\circ}$  -  $55^{\circ}$  ق، بين جبال الضلة شمالاً وجبال الصويدة جنوباً .
- ١٠- حرة مديسيس ، بارتفاع ٩٥٠ مترًا، على خطى  $55^{\circ}$  -  $24^{\circ}$  ش، و  $15^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  ق، بين جبال القنينات شمالاً ومرتفعات أخرى جنوبها.
- ١١- حرة الدانون، بارتفاع ٥٧٤ متر، على خطى  $50^{\circ}$  -  $21^{\circ}$  ش، و  $39^{\circ}$  -  $55^{\circ}$  ق، بين جبال الملح جنوباً ومنطقة مدركة شمالاً، ويقع إلى الجنوب منها وادى فاطمة وإلى الشمال منها وادى اللصب.
- ١٢- حرة الجابرية، تقع على خطى  $53^{\circ}$  -  $21^{\circ}$  ش، و  $40^{\circ}$  -  $39^{\circ}$  ق، بين هداة الشام جنوباً ومرتفعات فيدة شمالاً فى منطقة مكة.
- ١٣- حرة الوقر، على خطى  $55^{\circ}$  -  $21^{\circ}$  ش، و  $39^{\circ}$  -  $05^{\circ}$  ق، وتقع شمال شرق أبحر إلى الشمال من مدينة جدة.
- ١٤- حرة العطاوية، بارتفاع ٣٢٧ متر، على خطى عرض  $30^{\circ}$  -  $22^{\circ}$  ش، و  $30^{\circ}$  -  $39^{\circ}$  ق ، وتقع بين جبل الهضبة شرقاً وجبل فرسان غرباً فى غرب منطقة مكة.
- ١٥- حرة الرحى ، على خطى  $45^{\circ}$  -  $27^{\circ}$  ش، و  $30^{\circ}$  -  $36^{\circ}$  ق، وهى فى منطقة تبوك، فى الداخل قبالة ميناء ضبا شكل (٢٦).
- ١٦- حرة الغويطات  $40^{\circ}$  -  $26^{\circ}$  ش، و  $39^{\circ}$  -  $55^{\circ}$  ق.
- ١٧- حرة الوشام وتقع إلى الغرب من الحرة السابقة (الغويطات) بارتفاع ١١٣١ متر وهما يقعان شرق طريق المدينة المنورة - تيماء وجنوب النفود الكبير.

#### الحرار بين مهد الذهب والطائف

- ١٨- حرة الحجاز، بارتفاع ١٠٠٥ م، على خطى  $55^{\circ}$  -  $22^{\circ}$  ش، و  $15^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  ق .
- ١٩- حرة رهاط، على منسوب ٩٠٠-١٠٠٠ متر ، على خطى  $00^{\circ}$  -  $22^{\circ}$  ش، و  $10^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  ق
- ٢٠- حرة كشب، بارتفاع ١١٠٠ متر ، وعلى خطى  $05^{\circ}$  -  $23^{\circ}$  ش، و  $15^{\circ}$  -  $41^{\circ}$  ق وتقع بين جبل ام رقية شمالاً وجبل الهيل جنوباً وهى جنوب شرق مهد الذهب، وبها حفر كشب وهو عبارة عن فوهة بركان وارتفاع البركان فى

الحرارة يصل إلى ١٠٥ متر عما يحيط به.

حارات منطقة عسير :

٢١-حرارة الصواملة، شمال الليث مباشرة على خطي ١٢° ٢٠° ش، و ١٥° ٤٠° ق.

٢٢- حرارة البرك، وهي على ساحل البحر الأحمر، وتقع على خطي ١٠° ١٨° ش، و ٢٥° ٤١° ق كما في شكل (٢٦).

ويلاحظ على الحارات :

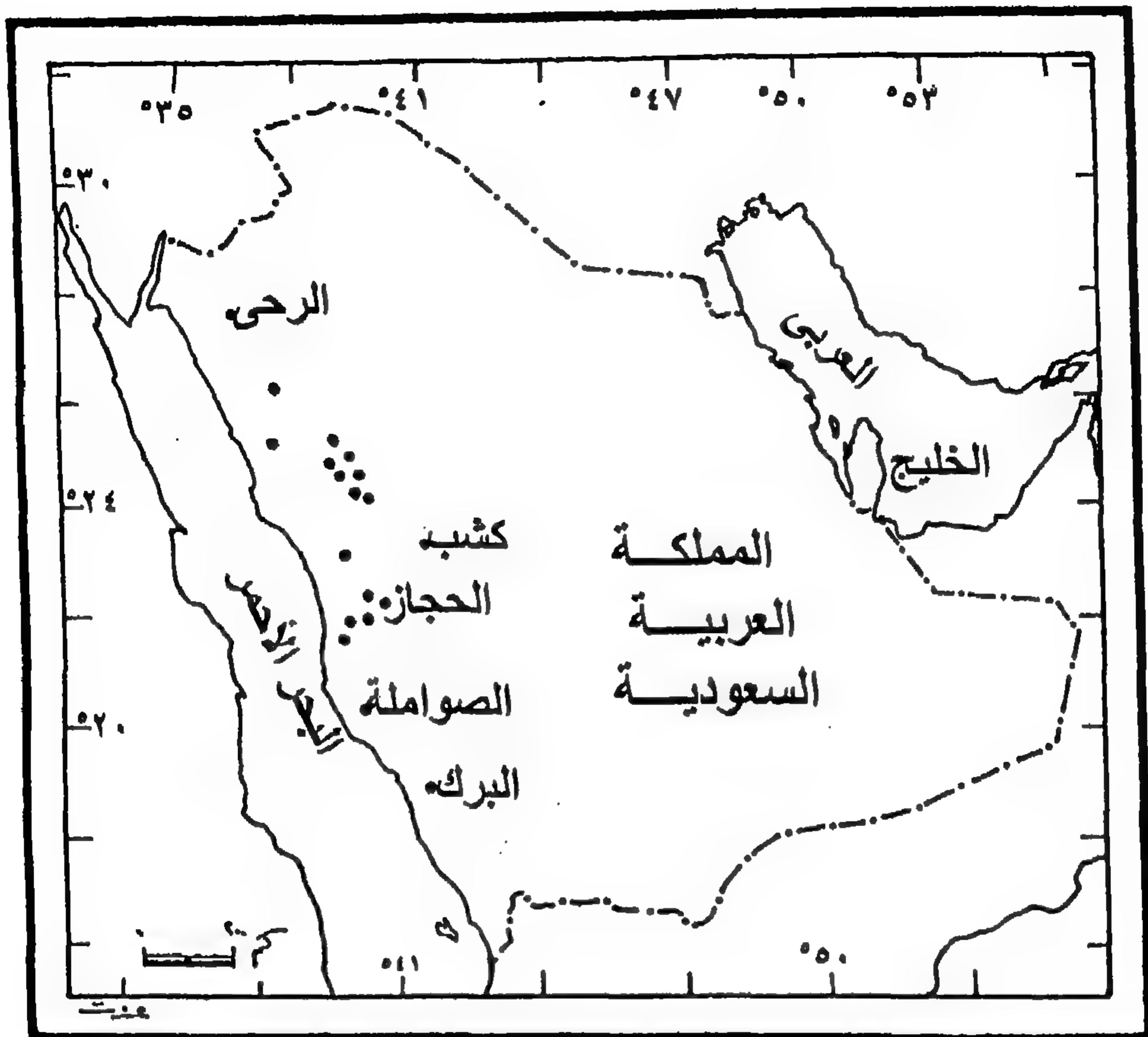
- أنها تتكون في معظمها في الداخل وليست على الساحل.
- تنتشر الطفوح البركانية لتكون مظهراً هضيباً بين الجبال .
- إذا حدثت طفوح على الساحل (الغربي) فإنه تكون جبالا بركانية مثل جبل العكوة ولا تكون هضاباً من نوع الحارات، وتكون الطفوح مخروطية الهيئة وليست مسطحة الهيئة فتصبح تلالاً أو جبلاً وليست هضاب بين الجبال.

ثانياً أشكال النحت:

تتعدد أشكال النحت الكبرى في المناطق الجافة والقاحلة في القارة الآسيوية، ويمكن عرض كل شكل منها على حدة لتسهيل التعرف على كيفية نشأته، ثم توزيعه في هذه المناطق بقارة آسيا وما يتبع توزيعه في باقي القارات.

(أ) المنخفضات :

وهي ملامح منخفضة مجوفة تنتشر في النطاق الجاف والقاحل بالقارة الآسيوية سواء في الشرق والوسط أو في الغرب. ومن أمثلة هذه المنخفضات تلك المنخفضات الصغيرة الموجودة في صحراء ألشأن جنوبي صحراء جوبي والتي تتسم بأن قيعانها مسطحة ومرصعة بالبحيرات الملحة أو العذبة (Petrov, 1976, p.8)، ومنخفضات أخرى مثل بان كيانج وتساجان تور في صحراء جوبي، والمناطق المنخفضة الناتجة عن النحت في صحراء شرق ووسط وغرب جمهورية تركمانستان بسبب النحت الهوائي في الرواسب الفيضية (Ibid, p. 95).



توزيع الحرات في اقليم الحجاز وعسير بالسعودية  
شكل (٢٦)

أما في الجانب الغربي والجنوبي الغربي للقارة فتوجد بعض الأحواض أو المنخفضات شرقى جبال بلاد الشام مثل منخفض الناصرة وغيرها في سوريا. كما توجد منخفضات أخرى في سوريا ولبنان نشأت نشأة كارستية بفعل الماء الباطنى. وفي شبه الجزيرة العربية تظهر أعداد من المنخفضات، منها منخفض الجوف في الشمال، والمنخفضات في حائل والقصيم في الوسط الغربي لهضبة نجد، ومنخفض قصيباء الذى يميز ملامح السطح في شمال بريدة بمنطقة القصيم، ومنخفض واحة يبرين الواقع بين صحراء الربع الخالى إلى الشرق منه وجبال طويق إلى الغرب منه، ثم منخفض الأحساء والقطيف والليزان يميزان الملامح الطبوغرافية للمنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية، وكلها تمثل الآن واحات تتم فيها ممارسة العديد من الأنشطة الاقتصادية.

(ب) الجزر الجبلية والتلال : هى عبارة عن تلال مرتفعة معزولة، تنتشر فوق أسطح السهول وأشباه السهول، وتمثل البقية الباقية من عملية نحت الصحراء والوصول بالسطح إلى المرحلة النهائية من دورة التعرية الصحراوية، وتعتبر ملامح نحت مميزة للأقاليم الجافة وشبه القاحلة (التركمانى، ٢٠٠٠، ص ٢٢٦). ومن أمثلة هذه الجزر الجبلية والتلال المعزولة تلك الموجودة في الصين في النطاق الجاف الممتد من الشرق إلى الغرب، وتلك التى تتوزع فوق هضبة إيران، وقد تصل إرتفاعات بعض الجزر الجبلية بها كإرتفاعات نسبية ما بين ٢٠٠-٣٠٠ متر والتي من أمثلتها في صحراء ألشان في جنوب صحراء جوبى بايان أولا Ula، وهان أولا، وياباراى (Petrov, 1976, p.8)، وكثيراً ما تضم صحراء جوبى تلالاً قديمة وجزراً جبلية وعرة تحيط بها سهولاً فسيحة. أما في إيران فتوجد الجزر الجبلية المعزولة وتبدو خالية من النبات في صحراء دشت كافير.

أما في شبه الجزيرة العربية فتوجد نماذج لها في المملكة العربية السعودية وتعرف باسم "قارة" ومن نماذجها تلك الموجودة فوق سهل "المستوى" وسط هضبة نجد، وجبل سلمى وأجا في منطقة حائل، وقد تكون صغيرة الحجم ويطلق عليها إسم ضلع، وتوجد في قاع واحة الأحساء ومن أمثلتها جبل قارة.

## التطبيق على المملكة العربية السعودية :

يقع الجبلان سلمى وأجا إلى الشمال من خط عرض ٢٧° بحيث يكون جبل أجا غرب مدينة حائل مباشرة وجبل سلمى يقع إلى الجنوب الشرقي منه على بعد نحو ٤٠ كم بارتفاع ١٣٦٩ متراً والأول بارتفاع ١٤٨٠ متراً عن مستوى البحر.

ويشبههما جبل قطن شمال شرق عقلة الصقور بنحو ١٥ كم.

أما القارة في الأحساء فإن القارة تعني تل منفرد، تخلف عن عمليات النحت شكل (٢٧). وهو بارتفاع ١٩٩,٨ متراً عن البحر، كما أنه يعلو فقط عن الأراضي الزراعية المحيطة بنحو ٦٥ متراً وإذا فهو تل معزول حفرته به كهوف وصخوره جيرية - رملية وفي الأحساء أيضاً يوجد جبل بريقة (كنزان) طوله ١٧ كم وعرضه ٤ كم، إضافة إلى جبل الأربع الذي هو عبارة عن أربع أجزاء متباعدة وهي تتكون من صخور الحجر الرملي - الطباشيري وصخوره لينه وأقل صلابة ويوجد على يسار طريق الهفوف - قطر.

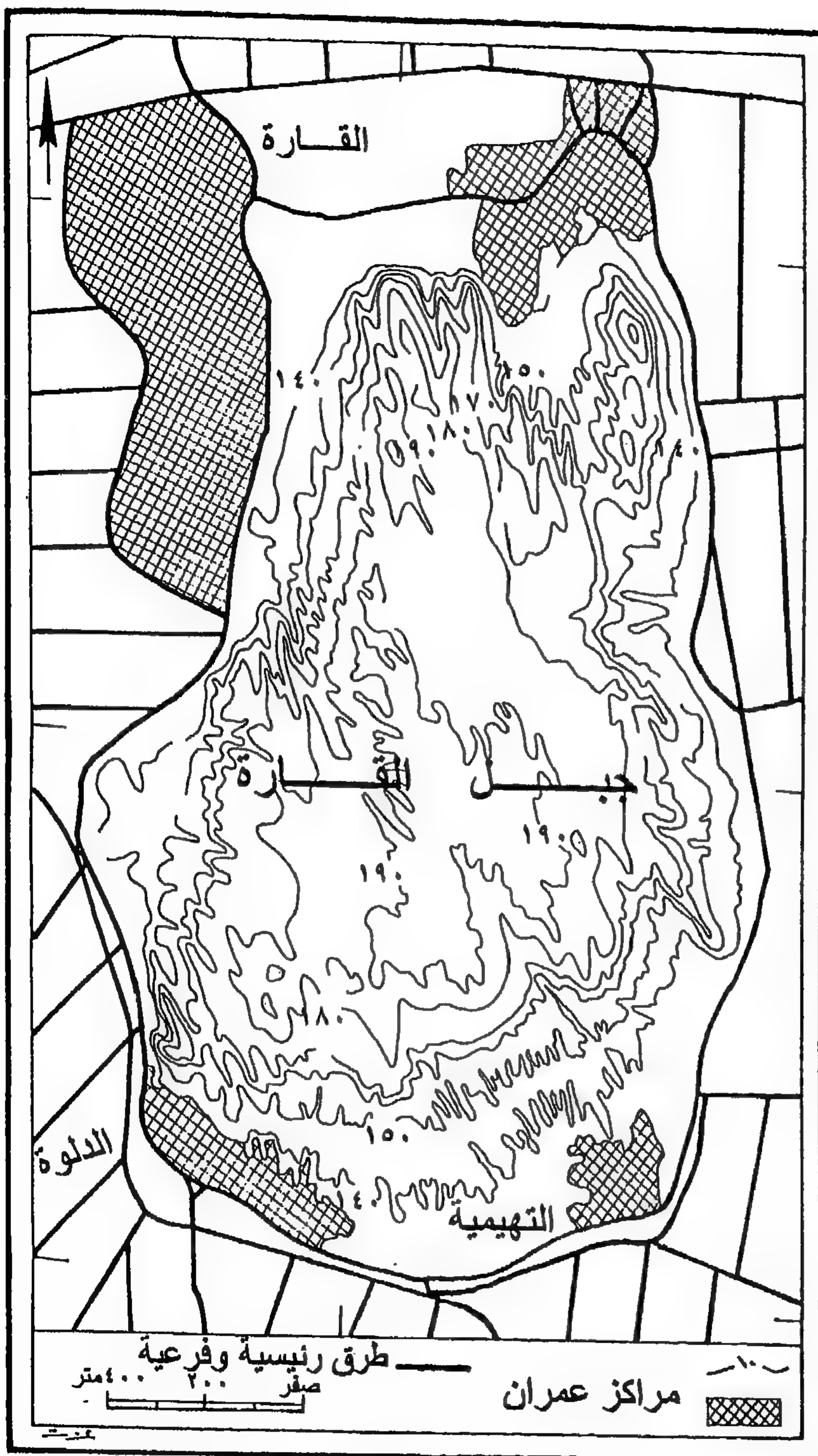
(ج) الياردانج Yardang : هي ملامح نحت هوائية في الصخاري والبيئات القاحلة وشبه القاحلة، وتشبه التلال ولكنها تتشكل بفعل الرياح بطريقة معينة تقترب في هيئتها العامة من هيئة الكثبان الرملية (مع الفارق) وكان سفن هيدن عام ١٩٠٥ أول من أطلق عليها هذا الاسم، وكان قد تعرف عليها في رحلته وسط آسيا في غربي الصين (التركمانى، ٢٠٠٠، ص ٢١٢)، وطولها ما بين المتر وعشرات أو مئات الأمتار.

وتظهر ملامح الياردانج في إيران بطول ١-١٠ أمتار وبارتفاع يصل إلى ٢٠٠ متر فوق أسطح المنخفضات التي تقع بين المحاور الجبلية أو تتوزع فوق هضبة إيران (Hills et al., 1966, p. 69) كما هو في صحراء دشت لوط. أما في شبه الجزيرة العربية فتظهر الياردانج في المنطقة الشرقية في منطقة الظهران، وفي السعودية في منطقة منخفض بيرين، والقليل منها في منطقة الحمادة بالوشم، أما الكثير منها فيوجد في المنطقة بين حائل وتيماء في الصخور الجيرية على جانبي

## جبل القارة في الأحساء نموذج للقرارات كاشكال تحت

في السعودية

شكل (٢٧)



المصدر: مستخرجة من وزارة الشؤون البلدية والقروية، لوحة الاحساء المشروع ١٠٧،  
لوحة X مقاس ١: ١٠٠٠٠

الطريق الواصل بينهما وفي منطقة حائل عند التقاء الدرع العربى ذو الصخور الأركية مع نطاق الصخور الرسوبية.

أما صحراء تكلا مكان فتنشر بها الiardانج، خاصة فى النطاق الواقع بين الكتبان الرملية والسلاسل الجبلية، وفيما بين الكتبان الرملية والواحات الكثيرة المنتشرة فى هذه الصحراء، خاصة فى حوض تاريم.

وتوجد الأرضفة الصحراوية والصحارى الحجرية بالقارة: وهى مظهر ينتشر فى البيئات الجافة، وتلعب عمليات التجوية الميكانيكية ثم نحت الرياح على ظهور هذا الملمح، وينتشر فى صحارى وسط آسيا وفى كازاخستان حيث تظهر الصحارى الحجرية والتي تبدو فيها الأحجار وقد رصعت فى السطح شبه المستوى أو المستوى، خاصة على ساحل بحر قزوين (Petrov, 1976, p. 24).

أما الهضاب الصغرى الناتجة عن النحت والمتخلفة على السطح الصحراوى المستوى فيمكن تحديدها على النحو التالى إذا أخذنا المنطقة الواقعة جنوب غرب القويعية - وجنوب طريق مكة حيث أمكن رصد نحو ١٧ هضبة شكل (٢٨) هى هضبة :

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| ١- هـ. الجرباء ٤٦ متراً.    | ٢- هـ. المرى ١٥ متراً.       |
| ٣- هضاب قحوة ١٦٥ متراً      | ٤- هضاب الرقاش ٣١٨ متراً.    |
| ٥- هضاب العوج ٣٤٦ متراً.    | ٦- هضبة فردة ١٢٢ متراً.      |
| ٧- هـ. أم القار ٥٥ متراً.   | ٨- هضاب كلاخ ٥٥ متراً.       |
| ٩- هضاب السلام ٨٦ متراً.    | ١٠- هـ. الحومية ١٢١ متراً.   |
| ١١- هضبة قسام ٢٢ متراً.     | ١٢- هـ. أبو ركب ٧٢ متراً.    |
| ١٣- هـ. حومل ٣٣١ متراً.     | ١٤- هضاب الأميلاح ٢٤١ متراً. |
| ١٥- هـ. فرثة ٨٥ متراً.      | ١٦- هـ. أم عتيق ١٢٤ متراً.   |
| ١٧- هضاب الضيرين ٢٥٩ متراً. |                              |



المصدر: مستخرجة من أطلس وزارة التعليم العالي . بتصرف.

نماذج للهضاب الصغرى جنوب طريق القويعية - مكة بالسعودية  
شكل (٢٨)

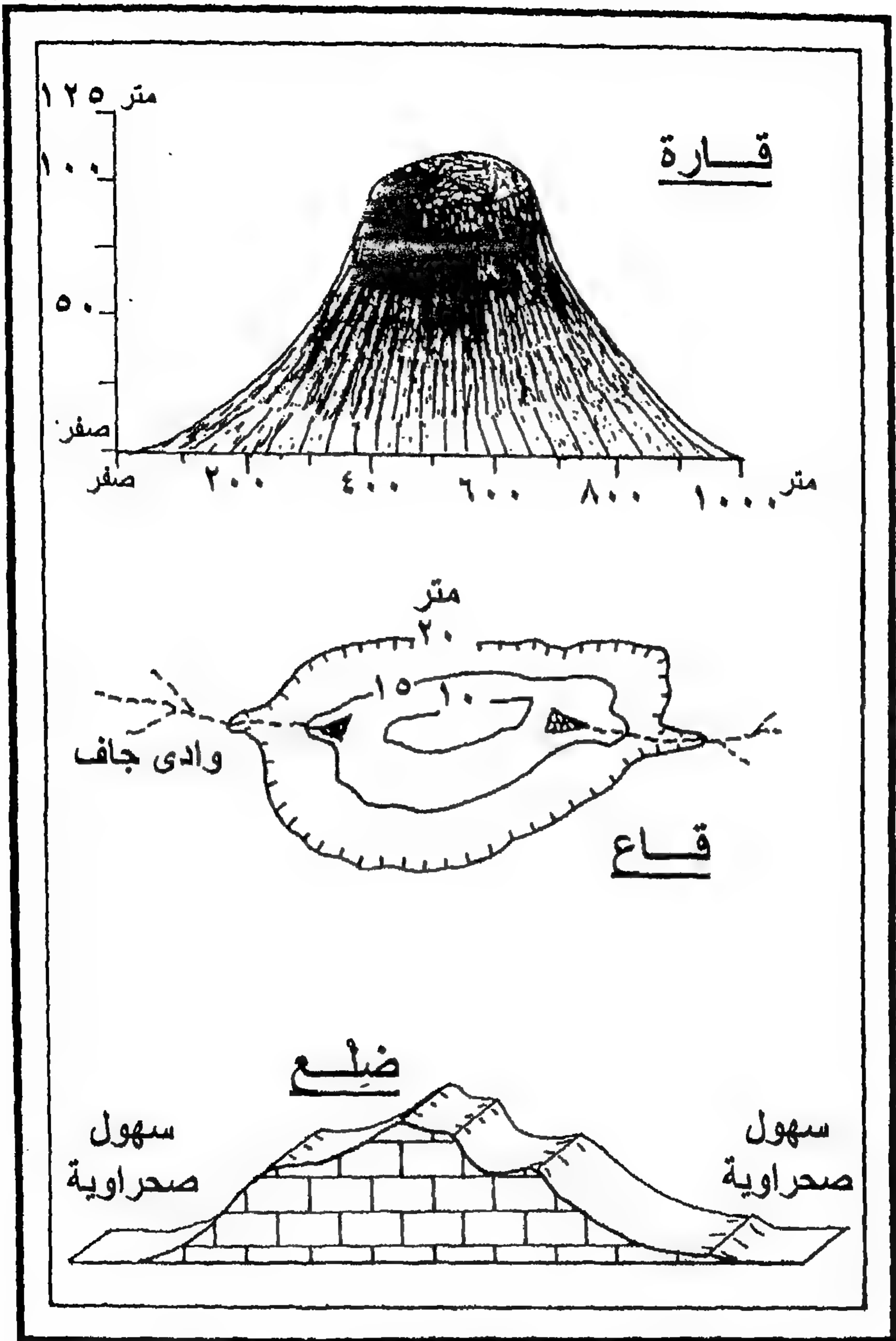
أما أشكال النحت الأخرى الدقيقة فمنها : الضلوع والخشوم. فالخشم هي الرؤوس البارزة في مقدمة الحافات الجبلية أو السفوح الهضبية وهي من بقايا النحت بحيث تبدو بشكل بارز وتعرف في اللغة بأنها "أنوف الجبال" أى أنها بارزة مثلما يبرز الأنف في وجه الإنسان. ومن أمثلة الخشوم نجدها في غرب جبل طويق فيما بين الرياض ومنطقة وادي الدواسر ونجد مجموعة منها على الترتيب من الجنوب إلى الشمال :

- |             |                |
|-------------|----------------|
| ١- خشم أشقر | ٢- مطرحم       |
| ٣- أم سرحة  | ٤- مثلح        |
| ٥- مكسر     | ٦- أبا العقبان |
| ٧- منيفة    | ٨- مرخية       |
| ٩- الحويزمي |                |

أما في منطقة المذنب وفي شمال المذنب مباشرة فنجد خشم خرطم بارتفاع ٢٥ متراً، ثم خشم الرعين في منطقة السايح شمال غرب أشيقر الواقعة شمال شقراء وهو بارتفاع ٢٣ متراً شكل (٧٣).

وهناك أشكال أخرى صخرية في هذه البيئة القاحلة تعرف باسم الضلوع، وهي أجزاء تلية منخفضة تأخذ هيئة ضلوع الحيوان أحياناً. والضلوع في اللغة ما انحنى من الأرض، ومظهره لا يتسم بالاستقامة، وهي الجبل المنفرد أو الجبل المستدق، وهذا ينطبق على التل (وليس الجبل) والضلوع عادة يختلف عن القارة في أنه اخفض نسبياً وانحدار جوانبه أخف بدرجة واضحة والشكل العام أميل إلى الإستطالة. والضلوع في المملكة نجدها كثيرة ومن أمثلتها تلك التي تقع في شرق الحناكية، والواقعة شرق وجنوب شرق طريق عقلة الصقور - الحناكية ومنها كما في شكل (٢٩)، (٣٠) وارتفاعاتها عن البحر وليس الارتفاع المطلق كالتالي :

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| ١- ضلع مران ١٠٨٥ متر | ٢- ضليع هيكل ١٠١٧ م |
|----------------------|---------------------|



نماذج مجسمة للأشكال الجيومورفولوجية الدقيقة في المملكة  
العربية السعودية

شكل (٢٩)

٣- ضلعان ام عاصم ١١٢٧م ٤- ضلع الشويمان ١٠٥٩م.

٥- ضلع الحميمة ١٠٠٧م ٦- ضلع روم الأرطاوى ١٠٤م.

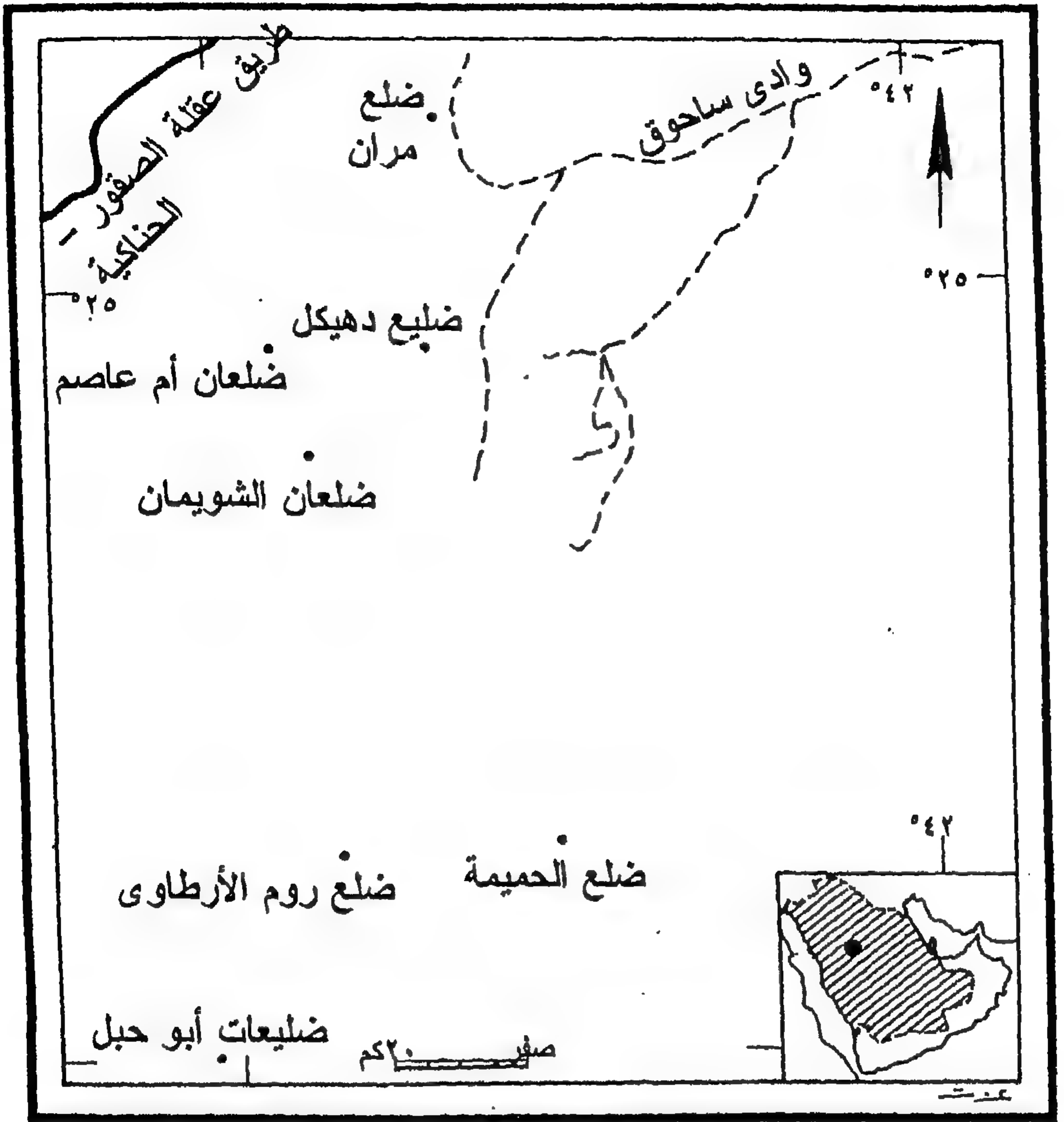
٧- ضليعات أبو حبل ٨٥٩م.

ويلاحظ أن المنسوب حول هذه الضلوع يصل إلى ١٠٠٠ متر ومن هنا فإنه قلما يزيد ارتفاعها المحلى إلى ١٠٠ متر.

وتنتشر الأرصفة الصخرية وتظهر أمثلة لهذا الملمح فى صحراء دشت كافر فى إيران، وفى منطقة الحمادا وسهل المستوى وسهل شرقى المزاحمية فى وسط هضبة نجد بالمملكة العربية السعودية، وتوجد فى صحراء الأشان جنوبى صحراء جوبى، وفى السعودية تتمثل فى صوان الأماغر فى صحراء البيضاء جنوب شرق جبل طويق.

وتظهر ملامح النحت فى الصخور الجيرية نتيجة عمليات الإذابة إما بالأمطار أو المياه الباطنية فى سلاسل الجبال الالتوائية ذات الصخور الجيرية، ومن أمثلتها مئات الكهوف التى تكونت فى جبال هندكوش وجبال سليمان فى أفغانستان، والكهوف العديدة فى الصخور الجيرية فى بلاد الشام. وفى المملكة العربية السعودية توجد فى جبل قارة بواحة الأحساء، حيث حفرت الكهوف بشكل رأسى بمقدار ١٥ متراً واتساع ٣ أمتار (Chapman, 1971). وفى هضبة الصلب التى تعرف محلياً باسم دحول ومفردها دحل، وقد تعرف فى بعض المناطق باسم خسف كما هو فى منطقة المذنب أو بالأفلاج إذا هبط السطح العلوى وانكشفت المياه الباطنية كما هو الحال فى منطقة حوطة بنى تميم فى شرقى جبل طويق الجنوبى.

والدحل فى اللغة : نقب، فمه ضيق، وأسفله متسع، ويشار إليه أيضاً بأنه البئر. ومن هنا فإن عملية الإذابة المائية للصخور الجيرية تعمل على تكوين هذه الحفر العميقة فى الصخر المسطح خاصة فى الصخور الجيرية، وهى ظاهرة معروفة فى كل دول شبه الجزيرة العربية بهذا الاسم، وتنتشر بدرجة واضحة فى هضاب منطقة الحدود الشمالية، وفى هضبة الصلب والتى من أشهرها كما فى شكل (٣١):



المصدر: مستخرجة من أطلس وزارة التعليم العالي بتصريف

مواقع لبعض الضلوع شرق الحناكية - بالمملكة العربية السعودية  
شكل (٣٠)

٢- دحل أبو حرملة

١- دحل الفري

٤- دحل خربقاء

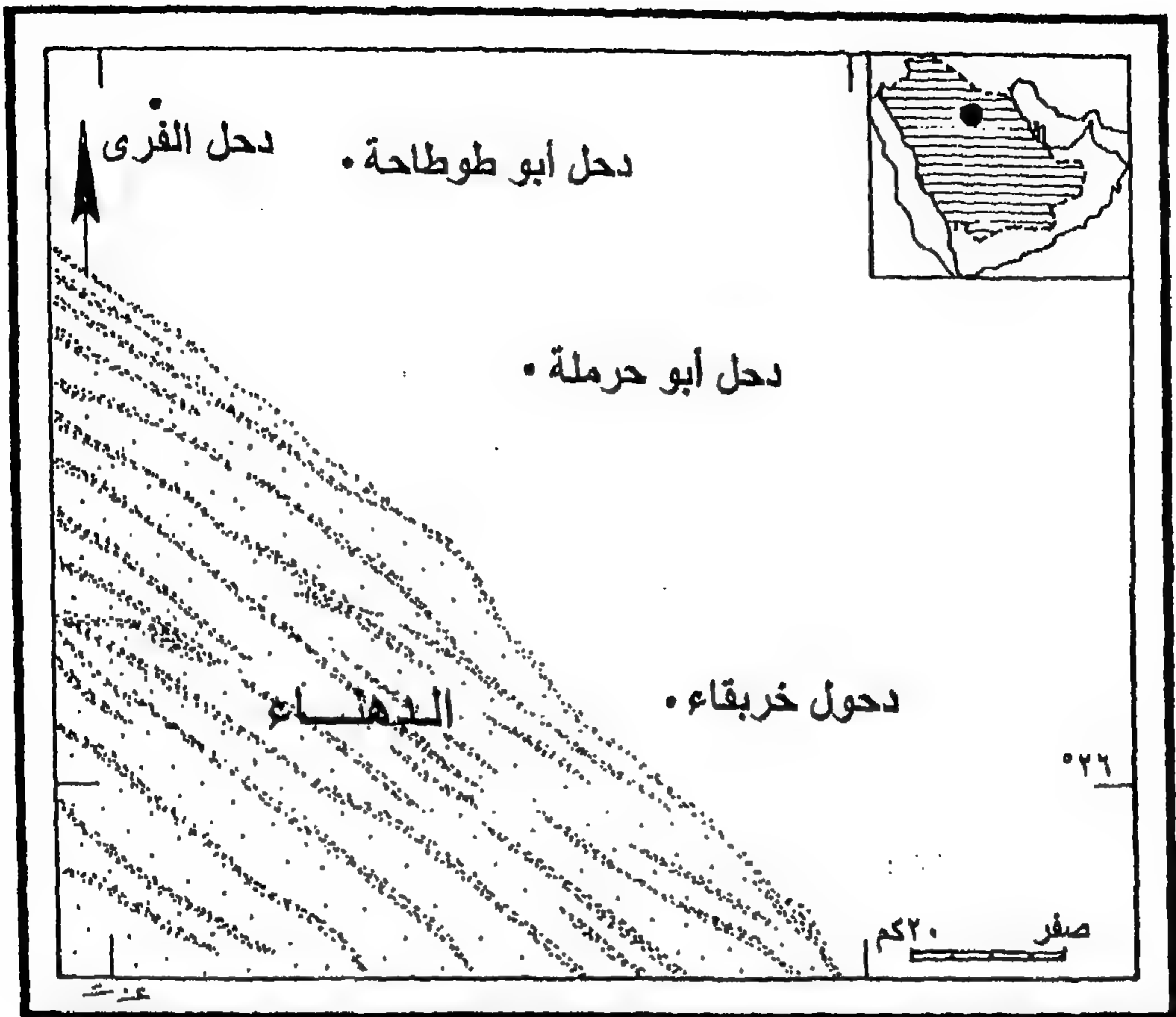
٣- دحل أبو طوطاحة

٥- دحل الغبى

ومن أمثلتها أيضا دحل هيت فى هضبة العرمة فى منطقة جبل الجبيل شرق الرياض وهو من أكبرها، ويوجد قرب الكسرة ومنطقة التحجير والدحول عادة ذات فتحات عميقة عمقها لا يتعدى ١٥ مترا، بينما عمق دحل هيت ١٢٠ مترا وبه ماء.

ومن أشهر الدحول التى عنيت بالكشف والاهتمام دحل سلطان حول قرية المعاقلة بموازاة صحراء الدهناء، ويمثل كهفا ضخما، وبه ممر واسع تظهر به أشكال النوازل من سقف الكهف. وهناك كهف شرق المجمع بعمق وقطر ١٠٠ متر (بنت، ٢٠٠٣، ص ١٤). هذا وقد تم كشف ٥٨ كهفاً فى هضبة الصمان وتأخذ مسميات منها دحل المربع، دحل الكلب، وكهف جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، وكهف الطحلب، كهف ابريق الشاى، الكهف الانيس، كهف المفاجأة طوله ٦٠٠ متر ودخل أبو الهول وكهف السماك.

وتعتبر القيعان مظهرا آخر من مظاهر النحت فى الصحارى والمناطق الجافة والقاحلة، والقاع فى اللغة أنه منخفض على مقياس كبير، تصرف الأنهار والأودية مياهها اليه، وقد يكون طية بنائية، ضحلة العمق ومقعرة. وقد تكون ذات أصول بنائية ثم تطورت بعوامل النحت بعد ذلك. وقد يتم حفره فى وسط منطقة نفود رملية، وذلك حيث أن مناطق النفود والعروق كانت قبل سيادة الجفاف وتكون الكثبان الرملية عبارة عن سهول فيضية تنتشر، وتكوينات تربتها عبارة عن تربة طينية أو رملية طينية جلبتها الأودية وألقت بها خلال البليستوسين وهو العصر المطير. وحينما حل الجفاف انتشرت الكثبان فوق هذا المسطح الطينى، ونظرا لأنه توجد مواضع فاصلة بين الكثبان وبعضها البعض، وشدة الرياح بسبب الجفاف، وزيادة فعاليتها فى النحت فإنها استطاعت عمل حفر فى المواضع بين الكثبان وبمحور غالبا يتفق مع الاتجاه السائد للرياح وتكون بذلك القيعان داخل نطاق الكثبان والعروق الرملية كما فى حالة قاع غربى فى نفود الشقيقة وقاع الحاج.



المصدر: مستخرجة من اطلس وزارة التعليم العالي . بتصريف.

نماذج لبعض الدحول في هضبة الصلب  
شرق المملكة العربية السعودية  
شكل (٣١)

والفارق بين القيعان وبين الخبواب أن الأخيرة أكبر مساحة، وأكبر طولاً وأقل في التعمق وتربتها ليست بالضرورة أن تكون طينية قديمة ويغطي سطحها الرمال. وتنتشر القيعان في منطقة حائل ومنها قاع الهلالى جنوب جبال سلمى مباشرة، وقاع الصليعاء.

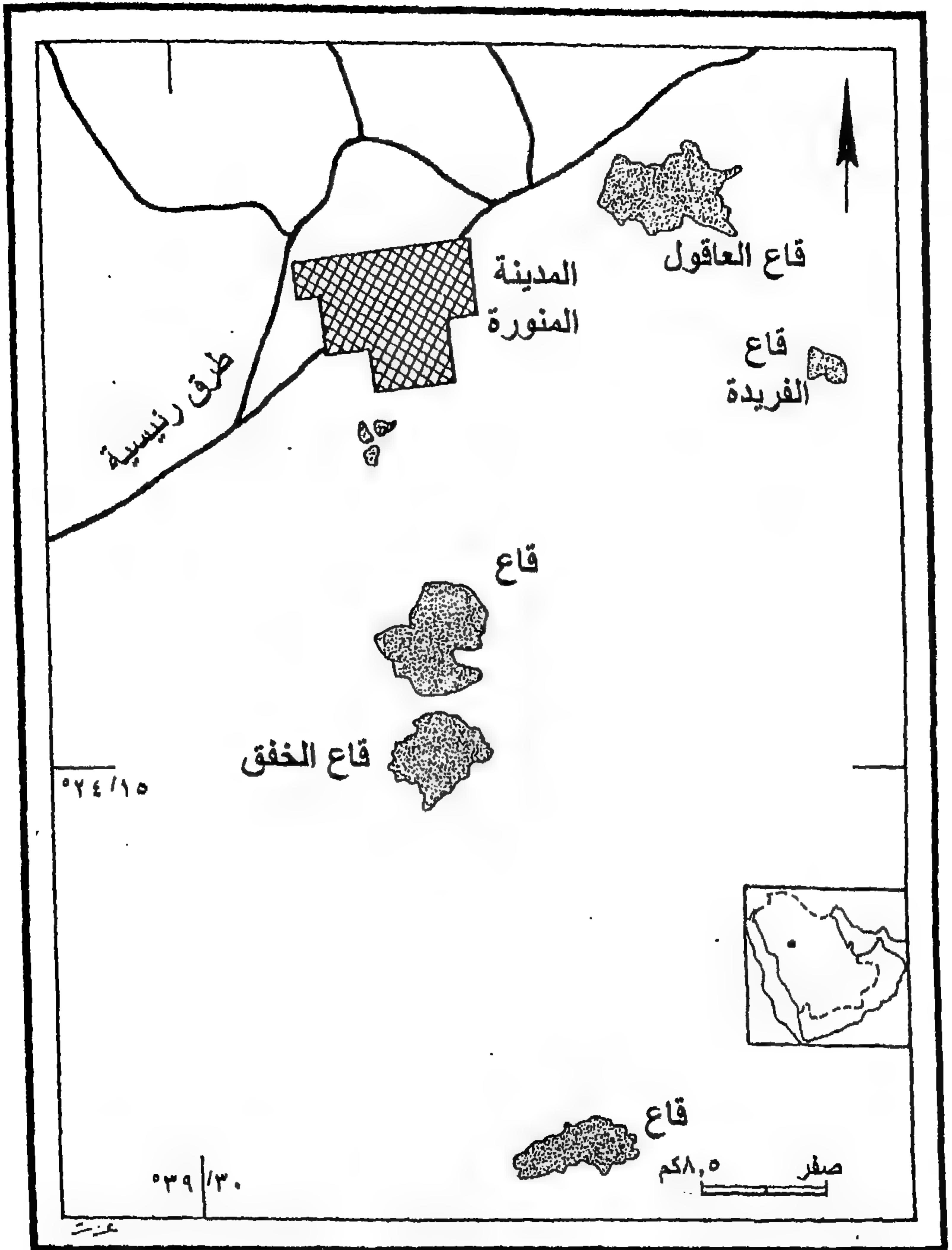
وهناك في منطقة القصيم يوجد قاع سالم فوق صفراء عنيزة، ويقع شمال غرب المذنب وهو بعمق ٩ أمتار، ويوجد قاع آخر يعرف باسم "القاع" ويقع جنوب غرب المذنب وعمقه ٥ أمتار وتتعدد القيعان في منطقة المدينة المنورة خاصة جنوب وشرق المدينة المنورة والتي منها قاع العاقول، قاع الفريدة، قاع الخفق، كما في شكل (٣٢).

ويظهر من الشكل (٣٣) القيعان المنتشرة في الأردن وهي :

- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| ١- قاع أبو الحسين. | ٢- قاع خناق.   |
| ٣- قاع القيسية     | ٤- قاع الجفر.  |
| ٥- قاع الحفيرة.    | ٦- قاع العُمري |

وكلها تتحدر إليها الأودية الجافة التي تجرى بها المياه فترة قليلة من السنة أو كل عدة سنوات، وتملأ قيعانها بالرواسب والمياه وتكون بذلك سبخات، حيث أن تصريف الأودية يكون مركزياً.

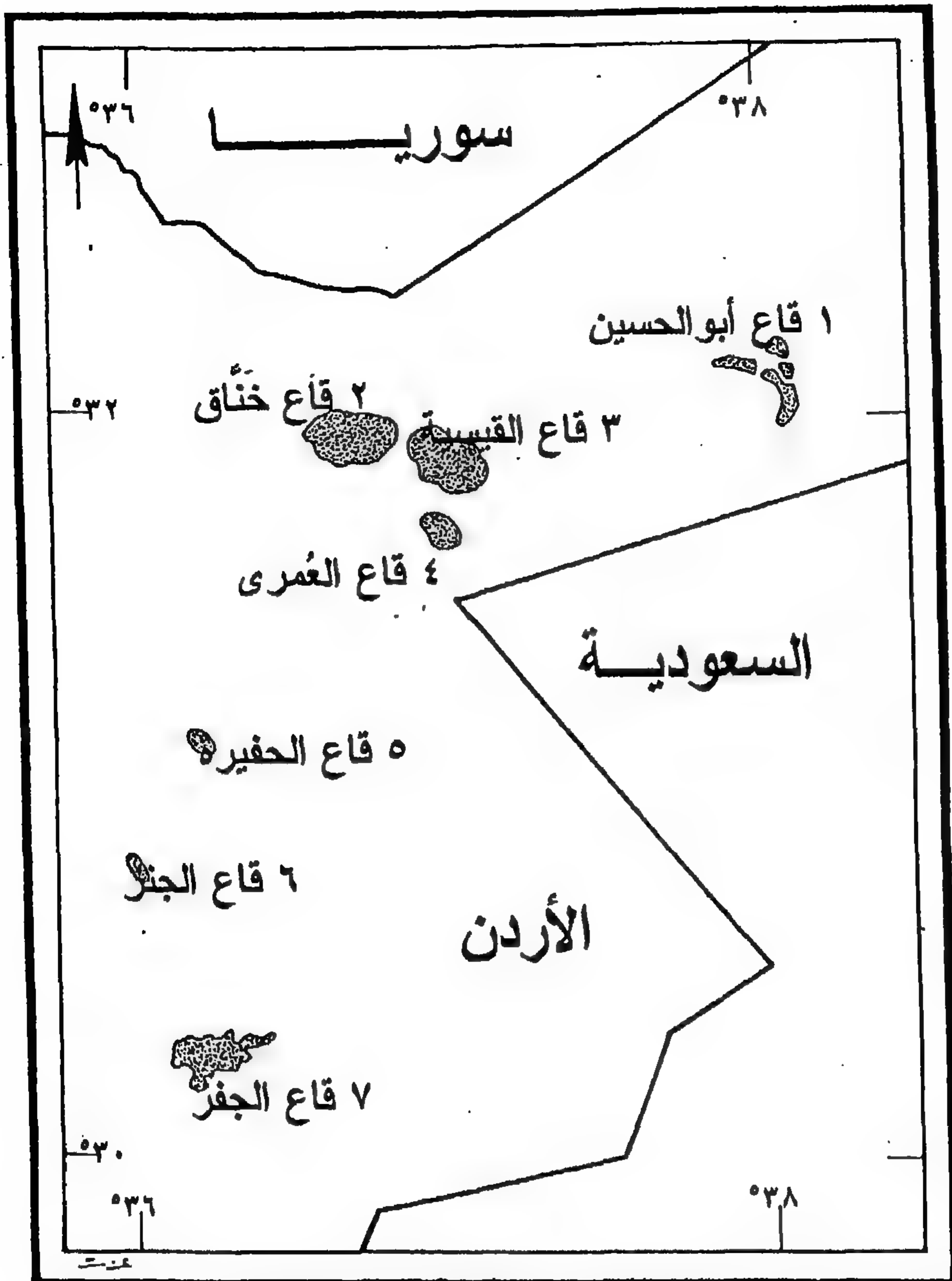
أما ملامح الأودية الجافة وشبه الجافة، فهي أشكال نحت تقطع الأودية والهضاب في النطاق الجاف، وتعرف قيعان الأودية الجافة في صحراء جوبى باسم سايرس Sairs وتتضمن قيعان بحيرات جافة (Petrov, 1976, p. 13)، وينحدر كثير منها من الجبال المحيطة بصحراء إيران والتي تطوق الهضبة مما أدت إلى تكوين برك وسنجات وبحيرات أغلبها مالحة نتيجة لسوء التصريف. ومن أكبرها في صحراء تكلا مكان: خوتان وكيريا وهما ينتهيان إلى الكثبان الرملية. أما في شرقي هضبة التبت فهي تقطع الهضبة، ويكون النحت سريعاً، ونجد أن المقاطع العرضية



تم عملها من لوحة المدينة المنورة مقياس ٢٥٠٠٠٠ / ١

نماذج للقيعان حول منطقة المدينة المنورة - بالسعودية

شكل (٣٢)



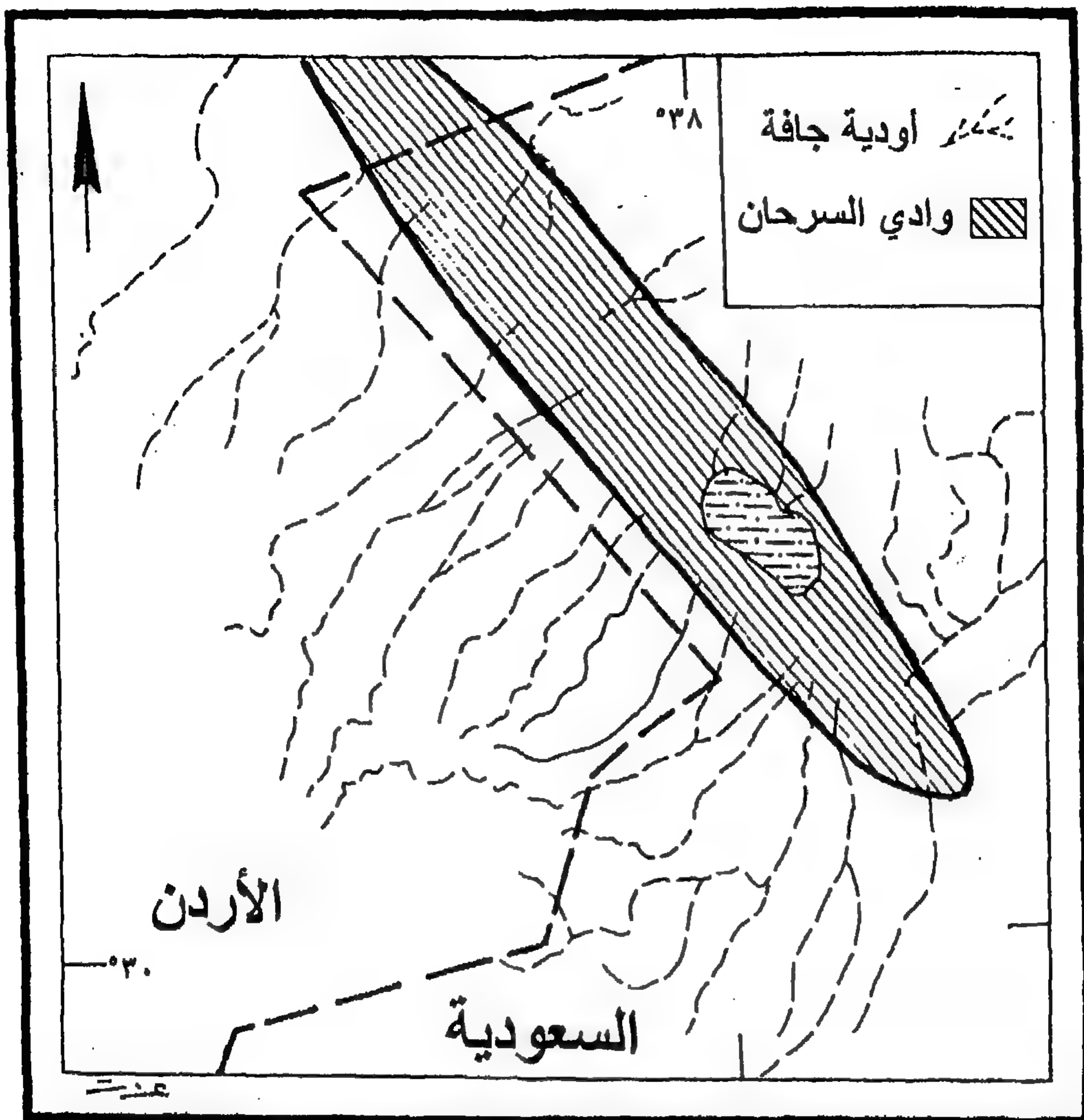
توزيع القيعان في الأردن  
شكل (٣٣)

لهذه الأودية فى هضبة التبت تأخذ شكل حرف V وتكون عميقة (Guibaut, 1944, p. 397). وهى تشبه فى ذلك نشاط الأودية فى هضبة نجد التى تأخذ المقاطع العرضية، فيها إما حرف V أو حرف U وتعكس مرحلة الشباب، والتى من أكبرها وادى الرمة ووادى حنيفة ووادى الدواسر، والأودية القصيرة الأخرى التى تنحدر نحو الشرق فوق الكتل الصخرية لصفراء السر وصفراء الوشم وصفراء المستوى، وجبل طويق، وهضبة الحجرة شمالى المملكة العربية السعودية، بالإضافة إلى مجموعة الأودية الجافة التى تقطع هضبة حضرموت جنوب شبه الجزيرة العربية وتتجه معظمها نحو البحر العربى وخليج عمان.

وإذا كان وادى السرحان شمال المملكة العربية السعودية التى يصل إلى منتصف الحدود السعودية - الأردنية يمثل وادياً صدعياً، فإنه توجد مجموعة من الأودية الجافة تنحدر إليه من كلا جانبيه وتصب فيه مياهها لتتراكم فوق قاعه مكونة بذلك سلسلة من السبخات الداخلية، وبعض هذه الأودية تنحدر من الأراضى الأردنية مثل وادى الحساء، ووادى باير ووادى الذروة شكل (٣٤).

### ثالثاً: ملامح الارساب :

تنتشر الكثبان الرملية فى آسيا فى صحراء جوبى وصحراء تكلا مكان التى تمتد فيها الرمال لمسافة ١٠٠٠ كم من الشرق تجاه الغرب وباتساع ٤٢٠ كم وتغطى مساحة تزيد عن ٤/١ مليون كم<sup>٢</sup> ويسود نوع البرخان أو الكثبان الهلالية (Petrov, 1976, p. 25). وقد تكون الكثبان تجمعاً رملياً فى شكل عروق رملية كبيرة، يوجد منها إثنان فى صحراء تكلا مكان أحدهما يغطى ١٤ ألف كم<sup>٢</sup> والثانى يغطى ٢٤٧ ألف كم<sup>٢</sup>، وهما من نوع الدروع (Wilson, 1973, p. 86)، ويوجد فى قارة آسيا ١٨ عرقاً من العروق الرملية فيما عدا شبه الجزيرة العربية التى يوجد بها وحدها ٧ عروق رملية يزيد مساحة الواحد منها عن ١٢ ألف كم<sup>٢</sup>.



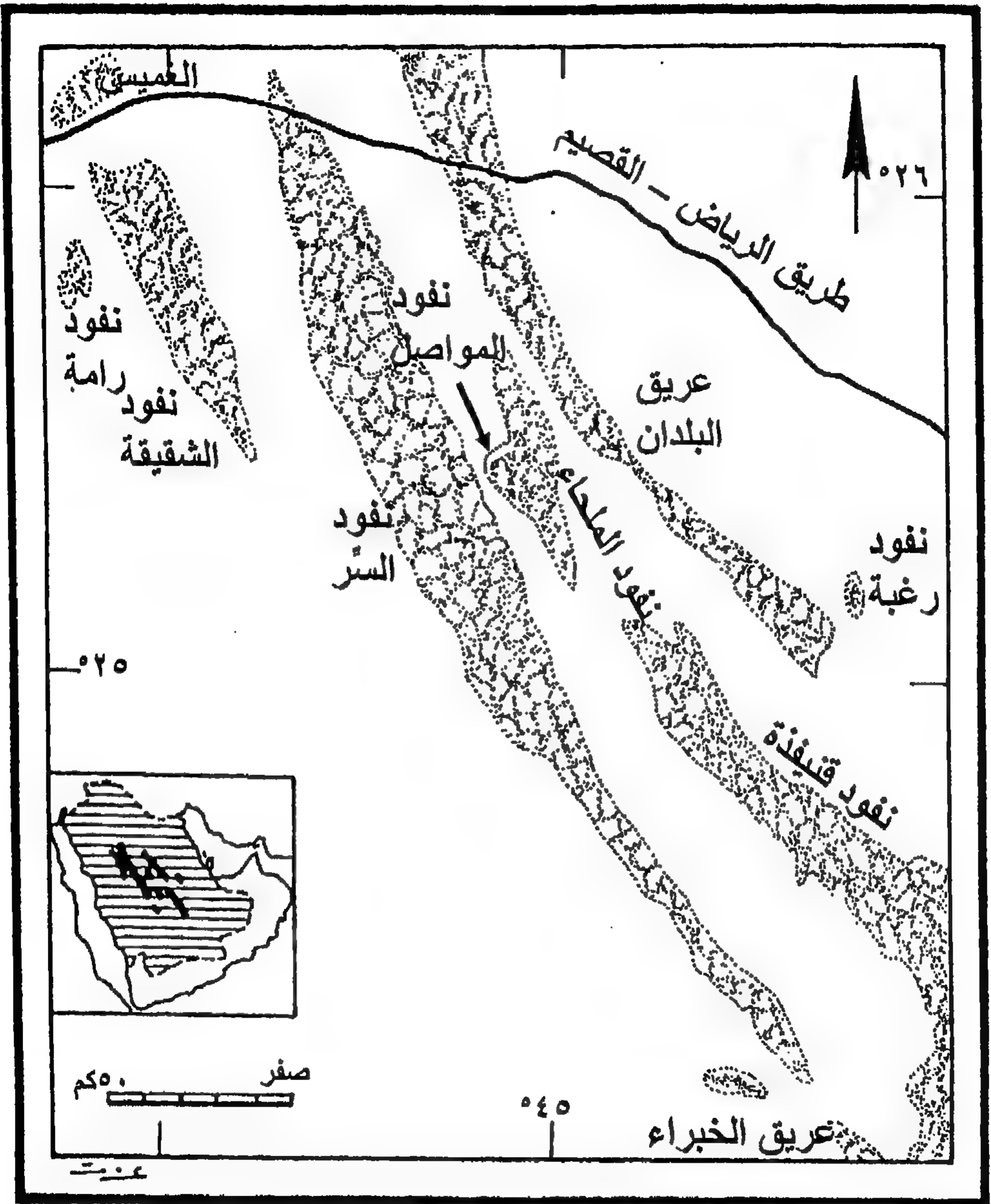
موقع وادي السرحان في المملكة العربية السعودية  
شكل (٣٤)

أما صحراء راجستان شمال غرب الهند فتشمل صحراء ثال شمالاً وصحراء ثار جنوباً والتي تجمعت فيها الرمال بفعل عمليات الدورة المناخية، وتشغل الرمال ٣٠% من المساحة، ويذكر هيجنز (Higgins, 1974, pp. 280-285) أن الحافات الرملية تشغل من صحراء ثار نحو ٥٠-٦٠% من المساحة الكلية لها.

وتوجد في صحراء تركمانستان كثبان رملية تبلغ إرتفاعاتها في المتوسط ٣ أمتار، وإذا اتجهنا شرقاً نجد أن الصحاري الرملية في وسط آسيا وكازاخستان تضم (١) صحراء كركورم، (٢) كيزيل كورم، (٣) مويونكوم، (٤) آرال كركورم، (٥) بارسوكي الكبرى والصغرى، (٦) رمال الفولجا - أورال. أما في صحراء الأشان في أقصى الشرق فتوجد الكثبان في جنوبي صحراء جوبي في ٣ كتل أغلب نوعها من الكثبان الهلالية ومتوسط طولها بين ٢٠٠-٢٥٠ متر (Petrov, 1976, p. 8).

وفي أقصى الغرب لا تخلو الهضبة الإيرانية من الكثبان الرملية التي توجد بارتفاعات ١٠-١٥ متراً، في حين نجد شبه الجزيرة العربية تمثل متحفاً لأنواع عديدة ومثالية للكثبان والأشكال الرملية. ففي الشمال توجد النفود الكبير وأغلب ملامحه من نوع الحافات الرملية، وفي صحراء النفود تعرف الكثبان من نوع البرخان باسم ريحنة، وهناك عرق الدهناء والجافورة والربع الخالي ورملة وهيبة في الإمارات وغيرها. ويظهر أن الكثبان الطولية تسود في شرق وغرب الربع الخالي بالإضافة إلى النفود في الشمال، بينما تتوزع الكثبان العرضية جنوب النفود وفي صحراء الجافورة شرقي المملكة العربية السعودية وفي شمال الربع الخالي، بينما الكثبان النجمية والقبابية توجد شمال شرق نجد حيث أن الكثبان القبابية سجلت في شبه الجزيرة وتكونت تحت تأثير رياح قوية تهب من مختلف الاتجاهات ومع هذا فإنها تتحرك في شبه الجزيرة من الغرب تجاه الشرق (Hills et al., 1966, p. 73).

أما في المنطقة الوسطى بالمملكة العربية السعودية فنجد أن العروق الرملية، والنفود الرملية متقاطرة وراء بعضها البعض، ويوازي بعضها البعض أيضاً بحيث أنها شغلت مواضع منخفضة بمحاور طولية، يفصل بينها مناطق هضبية أو جبلية أو كويستات تتمشى مع نفس المحاور، حيث عادة تتراكم الرمال وتتشكل الكثبان في المواقع المنخفضة كما في شكل (٣٥).



المصدر : أطلس ، وزارة التعليم العالي بتصريف

العروق والنفود الرملية الرئيسية في منطقتي الرياض والقصيم

شكل (٣٥)

وعلى مستوى المملكة العربية السعودية كلها أمكن للمؤلف حصر نحو ٢٦ هيئة  
ارساب رملية بعيدا عن الدهناء والنفود الكبير ورمال الجافورة ورمال الربع الخالي،  
بحيث تتنوع ما بين عريق، ونفود، وعرق، ويمكن عرضها في جدول (١٨) .  
ولا تخلو الكويت من الكثبان الرملية بالإضافة إلى النباك، كما أنها توجد في  
سلطنة عمان وتعرف هناك باسم الشقة وجمعها شقاق، بالإضافة إلى وجود تلال  
رملية تشبه بحار الرمال يطلق عليها هناك اسم "رملة"، كما توجد الكثبان الهلالية  
والتي يطلق عليها اسم "كار".

وتمثل رواسب اللويس المالح الارسابى الثاني الذى كونته الرياح فى قارة  
آسيا، ويظهر بوضوح فى شمال غرب الصين مكوناً سطحاً شبه مستوياً يعرف  
بهضبة اللويس، والتي استمدت رواسبها من صحراء جوبى ومن وسط آسيا حيث  
ساعد فعل الصقيع شتاءً على تفتت الرواسب، كما توجد أيضاً فى وسط آسيا فى  
روسيا وبعض الدول الإسلامية فى وسط القارة الآسيوية.

وقد تعرضت هذه الملامح الرسوبية المفككة بعد تجمعها إلى عمليات نحت  
وتقطع بفعل المياه وبفعل الرياح أيضاً مما كون مجموعة من الأشكال المتخلفة عن  
النحت فى هذا المالح الإرسابى الأصل، ومن هذه الأشكال تلك التى ذكرها فولير:  
(Fuller, 1922) : (١) كبرى اللويس الطبيعية، (٢) قواطع اللويس، (٣) قمم  
اللويس، (٤) قمم أبراج اللويس، (٥) القمم الإبرية والمديبة، (٦) القمم المخروطية  
أو القمعية، (٧) خوانق اللويس، (٨) القمم الناعمة.

وتظهر ملامح البلايا playa فى أرجاء الأراضى الجافة بالقارة وغيرها من  
القارات الأخرى، وهى مواضع منخفضة نسبياً تنصرف إليها المياه كتصريف  
داخلى، وتكون مسطحات طينية أو طميية، وقد تتجمع بها بعض الأملاح، كما أن  
المياه قد تتجمع لفترة طويلة فتعمل على تكوين مسطحات برك أو بحيرات صغيرة  
(Hills et al., 1966, p. 65)، ويعرف هذا المالح بأسماء عديدة منها السبخة، البلايا،  
المملحة، الشط، كما أنه فى المملكة العربية السعودية تعرف باسم القاع أو الروضة  
أو الروضة وقد تعرف باسم الخبرا كما فى النموذج شكل (٣٦) الذى يوضح  
روضة عمر فى منطقة السر.

جدول رقم (١٧)

أسماء ومواقع بحار الرمال والعروق والنفود بالمملكة العربية السعودية

خط الطول شرقاً	خط العرض	الموقع	الاسم	خط الطول شرقاً	خط العرض	الموقع	الاسم
٥٤٥ ٣٠	٥٢٥ ٣٠	منطقة اللوشم	عريق البلدان	٥٤٦ ٣٥	٥٢٥ ٠٠	شمال الرياض	عرق بنيان
٥٤٥ ٤٠	٥٢٤ ٣٠	منطقة الرياض	نفود قتيقة	٥٤٦ ٣٠	٥٢٥ ٢٠	شمال شرق بنيان	عرق الرثمة
٥٤٥ ٤٥	٥٢٤ ٠٠	منطقة الرياض	عرق الخبراء	٥٤٣ ٢٥	٥٢٣ ٤٠	قرب القويعة	نفود رمحة
٥٤٥ ٠٠	٥٢٥ ٠٠	الوشم بالرياض	نفود السر	٥٤٣ ٤٠	٥٢٣ ٤٥	شمال شرق رمحة	نفود العوينة
٥٤٤ ٥٥	٥٢٥ ٣٠	الرياض	نفود المواصل	٥٤٤ ٠٠	٥٢٣ ٢٠	جنوب شرق رمحة	نفود السرة
٥٤٤ ٥٧	٥٢٥ ٣٥	الرياض	نفود المليحاء			بين نفود البلدان	نفود الملحاء
٤٤ ٠٠	٥٢٥ ٤٥	القصيم	نفود الشقيقة			والسر	نفود المواصل
٥٤٦ ٥٠	٥٢٠ ٠٥	الدواسر	عروق المنبسطحات	٥٤٤ ٠٥	٥٢٠ ٤٠	منطقة الرياض	عريق الطرفية
٥٤٤ ٤٥	٥٢٠ ٣٠	الدواسر	عرق الوادي	٥٤٤ ٣٥	٥٢٦ ٣٠	القصيم	نفود الثويرات
٥٤٤ ٠٠	٥٢٠ ٣٥	الدواسر	عرق الصافية	٥٤٢ ٤٠	٥٢٢ ١٠	بالذواسر	نفود المشورة
٥٤٣ ٤٧	٥٢٠ ٢٥	الدواسر	عرق الجهد			شمال شرق البكيرية	نفود الغميس
٥٤٣ ١٨	٥٢٠ ١٠	الدواسر	عرق الحنان	٤٢ ٥٠	٥٢٥ ٤٠	جنوب الرمة	نفود الميسرية
				٥٤٥ ٥٥	٥٢٥ ١٠	شرق ظلم	عروق سبيع
						منطقة المحمل	عريق رغبة

المصدر : من حصر المؤلف عن خرائط ١ / ٢٥٠٠٠٠ واطلس المملكة العربية السعودية، وزارة التعليم العالي.



ومن أمثلة البلايا فى آسيا تلك الموجودة فوق سطح هضبة التبت وفى قاع حوض تساي دام وقاع منخفض تاريم وحوض زونجاريا، شرقى بحر آرال، والشطوط والبحيرات العديدة فوق هضبة إيران. أما فى شبه الجزيرة العربية فتوجد ٥ حالات فى الداخل وتقع فى النصف الشمالى للدولة، بينما فى المملكة العربية السعودية توجد بأعداد هائلة فى نهايات التصريف الداخلى للأودية الجافة ولذلك فأعدادها هائلة بنفس العدد الكبير لأودية التصريف الداخلى فى المملكة.

ولا تقل المراوح الفيضية كملح جيومورفولوجى أهمية عن البلايا فى وجودها بالمناطق الجافة فى قارة آسيا، حيث ترتبط غالبيتها هنا بحضيض الحافات الجبلية، ونظراً لكثرة الحافات الجبلية وتنوعها وتباين إتجاهاتها فإن المراوح الفيضية أيضاً قد تأثر وجودها وأعدادها بكل الخصائص السابقة. وفى الجبال المحيطة بالهضبة الإيرانية نجد مراوح فيضية كبيرة المساحة ترتبط بالبيدمونت عند إقدام السفوح الجبلية لسلسلة جبال البرز، وجبال زاغروس عند سفوحها الشرقية أرسبتها الأودية.

أما فى شبه الجزيرة العربية فتظهر المراوح الفيضية صغيرة المساحة فى المناطق الداخلية خاصة بهضبة نجد بينما تظهر الدلتاوات على ساحل تهامة وساحل خليج العقبة، بالإضافة إلى المراوح الفيضية الموجودة فى الإمارات العربية مرتبطة بالجبال الموجودة بها. كما توجد المراوح على جانبى وادى عربية وتحت أقدام السفوح المحددة لجوانب البحر الميت فى الأردن والضفة الغربية فى فلسطين.

### قارة أفريقيا :

تتعدد الملامح الجيومورفولوجية بالقارة الأفريقية، ويمكن تقسيمها إلى:

#### أولاً: الأشكال البنائية :

تشمل الأشكال البنائية كتل الدروع Shieds التى توجد بالقارة ومن أمثلتها جبال البحر الأحمر فى شرق مصر وامتدادها فى الأراضى السودانية والأحواض

التكتونية التي كونها الأخدود الأفريقي وتقع فيها بحيرات شرق أفريقيا، بالإضافة إلى جبل العوينات في جنوب غرب مصر وإمتداده في الأراضي السودانية والليبية. وتظهر ملامح الطفوح البركانية في القارة الأفريقية بوضوح شديد وتكون مظاهر تضاريسية ذات إمتداد مساحي كبير ممثلة في هضبة الحبشة وتكوينات حدث لها تجوية وكونت الأرصفة، ومن أهم هذه الأرصفة الصحراوية: سرير تبستي، والسودة ، تبستي، حمادة مرزوق وحمادة الحمراء، سرير القدوسة، الحروق السوداء وغيرها كثير، حيث تكون بعضها فوق الصخور البازلتية وبعضها الآخر استمدت حبيباته من الحجر الرملي أو الحجر الجيري، وتوجد في صحراء جنوب تونس صحراء الرق الحجرية التي تتدر بها النباتات الطبيعية (Mabbutt & Floret, 1980, p.11).

#### ثانياً: أشكال النحت:

توجد المنخفضات وتكثر في الصحراء الكبرى الأفريقية، حيث يوجد منها العديد في مصر بدءاً من منخفض توشكي جنوباً حتى منخفض سيوة شمالاً، وفي ليبيا توجد جعبوب والكفرة، وتوجد في تونس في الجنوب منخفضات ملحية، وفي الجزائر منخفض صلاح الموجود به عين صلاح المشهورة.

وتوجد أشكال الiardانج العديدة في القارة الأفريقية، حيث نجدها موزعة فوق الأسطح الهضبية المرتفعة نسبياً كما هو الحال في النطاق الواقع بين وادي النيل ومنخفض الخارجة في مصر، أو في الجزائر حيث توجد في جنوب البلاد في جبال تبستي والتي قد تشكلت في صخور الحجر الرملي والتي تتوزع في شرق وغرب وجنوب وشمال غرب الجبال (Wilson, 1971, p. 185).

وقد تتوزع الiardانج في قلب المنخفضات الصحراوية مرتبطة في كونها إما نحت في الصخور الجيرية والرملية كما هو الحال في شمال منخفض الخارجة ووسط الفرافرة وعند السفوح الشمالية لمنخفض الداخلة أو قد تم نحتها وتشكيلها في صخور الحجر الطيني كما هو الحال على طول إمتداد درب الأربعين من شمال منخفض الخارجة حتى منخفض توشكي، وفي شرقي منخفض توشكي وفي مناطق

منخفض الخارجة حتى منخفض توشكى، وفي شرقى منخفض توشكى وفي مناطق  
البلايا القديمة فى الواحات الداخلة، وفي واحة سليمة ومنطقة العطرون فى شمال  
غرب السودان، وفي منطقة العوينات التى درستها بعثة علمية بمصاحبة فاروق الباز.

وتظهر الأودية الجافة وقد قطعت السفوح وجوانب الهضاب السابقة ذكرها،  
ولذا فإن تصريفها فى معظمها داخلياً، فيما عدا أودية الصحراء الشرقية فى مصر  
والتي إما تتجه نحو البحر الأحمر أو تصب فى نهر النيل. وفى ليبيا قليل من  
الأودية الجافة يتجه نحو البحر المتوسط وبعض منها يصرف مياهه فى المنخفضات  
أو المواضع المنخفضة الواقعة فيما بين الهضاب وتمتد على نطاق إقليمى. وفى  
منطقة الأحجار توجد مجموعة من نظم الأودية الجافة التى تشير مقاطعها العرضية  
أنها فى مرحلة الشباب، ونمطها مستطيلاً، وأغلبها أودية تابعة، وتوجد بعض  
الأودية التالية، وتتشكل فى مجاريها بعض الخنادق العميقة والتى تربط الأودية  
ببعضها البعض، وتتجه الأودية فى كل الاتجاهات سواء نحو الشمال مثل وادى  
أغرغر أو نحو الجنوب مثل وادى تكويت الذى ينتهى إلى منخفض الجوف، ويتجه  
وادى ترابان نحو الجنوب كما فى شكل (٣٧) (Gautier, 1926, pp. 387-390).

وفى الغرب نجد أودية جافة والتى من أكبرها وادى ساورا، الذى يبدأ من  
جبال أطلس وينتهى فى واحة توات، إضافة إلى أودية هضبة تادميت.

وهناك مظاهر جيومورفولوجية مثلما الحال فى الجبال والتلال البركانية فى  
كينيا. وتظهر ملامح الطفوح البركانية القديمة فى منطقة جبال الأحجار حيث توجد  
غطاءات أفقية من اللافا تغطى أجزاء من جبل تاهات (Gautier, 1926)، ويعتبر  
بعض الجغرافيين كتلة الأحجار درعاً يشبه فى ذلك كتلة سيبيريا وكتلة الدرع  
الكندى، وأنها من حيث الهيئة كانت قباب نحت فى الوسط وكان انحدار هذا القباب  
إلى كل الاتجاهات، وأن الطبقات البازلتية بها ترجع إلى عصر ما قبل الكمبرى.

وتظهر ملامح الجزر الجبلية حينما ينكشف سطح الصحراء ويصبح فى  
مرحلة نضج أو مرحلة الشيخوخة وهى نهاية دورة النحت فى الصحراء، ولذا نجد

أغلبها يظهر فوق قاع المنخفضات الصحراوية. ففي الواحات الخارجة في مصر نجدها في منطقة دوش بالاتجاه نحو القطاع الجنوبي للمنخفض، ونجدها ممثلة في جبل أدمستون في غربي منخفض الداخلة، وفي قاع منخفض الفرافرة يمكن مشاهدتها في قطاعين الأول في الوسط حيث توجد كتلتان من التلال المعزولة هما جبل جنة الشمالى وجبل جنة الجنوبى، والقطاع الثانى فى الشمال حيث تخلفت عن نحت الحافة الشمالية ووادى الأبيض وتمثل البقية الباقية لنحت الميسات وتراجع الحافات، ويوجد مثل لها فى منخفض البحرية وسيوه والقطارة.

أما فى المناطق الصحراوية خارج نطاق المنخفضات فنجدها فى درب الأربعين وفوق هضبة الجلف الكبير على طول الطريق إلى الواحات الداخلة، وتتمثل فى قارة الميت فى منطقة العوينات.

وتنتشر فوق النطاق الإفريقى الجاف الأرصفة الصحراوية التى توجد بشكل نموذجى، حيث توجد فوق سطح الجزء الشرقى لصحراء أسيوط المجاورة لوادى النيل، وفوق أسطح بعض المناطق فوق قاع المنخفضات، وفى منطقة درب الأربعين بشكل أجزاء متفرقة وعلى سطح النصف الجنوبى لهضبة الجلف الكبير.

وتعرف الأرصفة الصحراوية والصحراء الحجرية فى ليبيا باسم الرق أو السرير، وهى مغطاه بالحصى المستدير، وتعرف فى الجزائر بالرق وتوجد فى هضبة تادميت، أما فى منطقة الأحجار فتوجد فى منطقة كوديا فى القلب مظاهر الأرصفة الصحراوية والحصوية، وترصع الرق صحراء تانزريفت، وتوجد الأرصفة الصحراوية بوضوح شديد فى جنوب ليبيا وشمال تشاد والنيجر، مرتبطة فى تكوينها بعدد مختلف من أنواع الصخور.

ثالثا: أشكال الأرساب :

تأتى البلايا على رأس قائمة الأرساب المائى فى الصحراء الكبرى، وينتشر وجودها فى قيعان المنخفضات، وفى مواضع محددة، مرتبطة فى ذلك بأودية جافة وطبوغرافيا منخفضة شبه حوضية تعمل على تجمع المياه والرواسب. ويطلق على

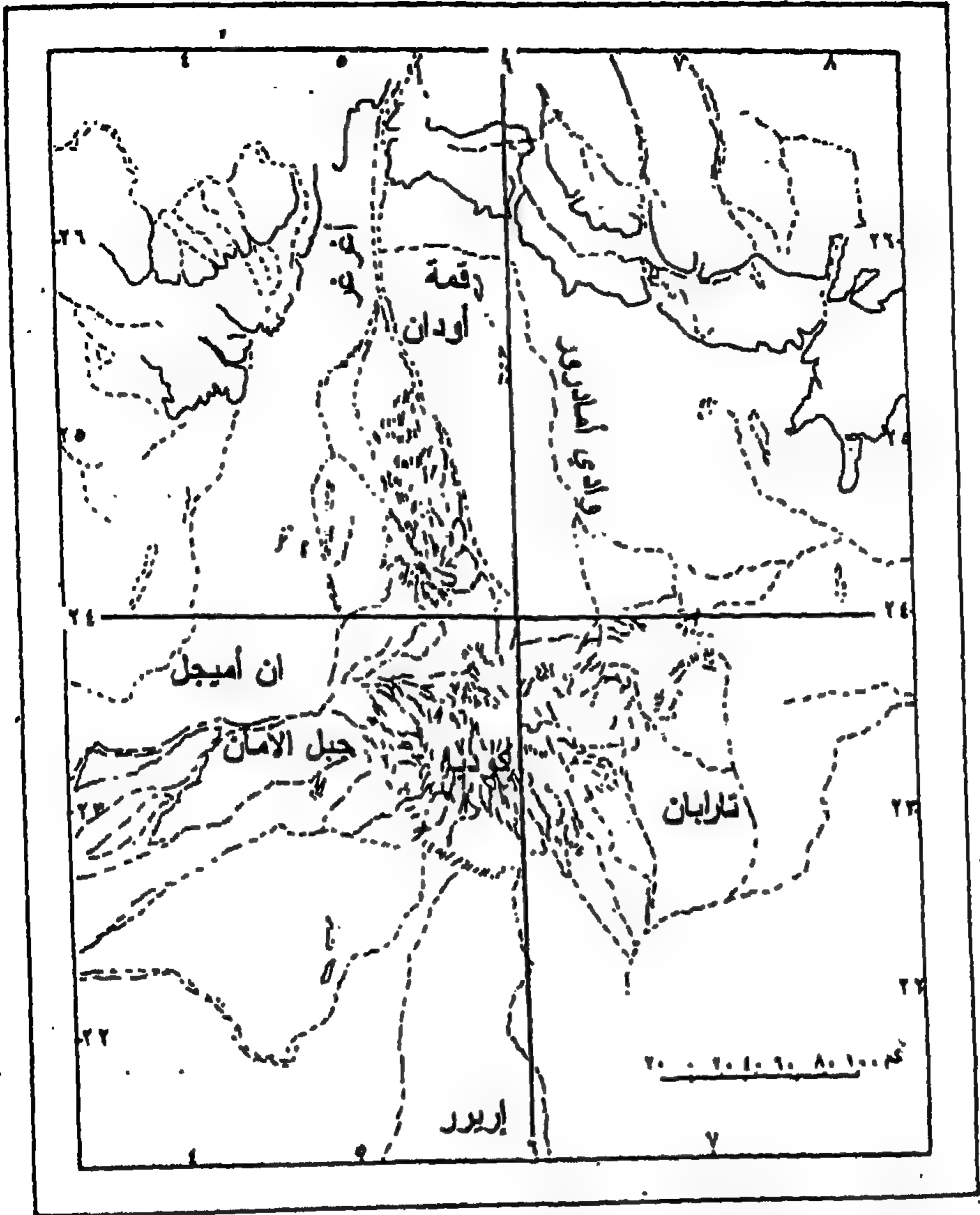
السبخة، وفي جنوب أفريقيا تعرف باسم Pan والتي تعنى تجمعاً مائياً أو روضة، وقد تعرف باسم Mier.

ومن أشهر البلايا الجافة تلك التي تنتشر في الواحات الخارجة والداخلية وفي منخفض توشكى وفي واحة سليمة في السودان، وفي الفرافرة وأبو منقار والواحات البحرية وسيوة وفي منطقة العوينات، أما البلايا الرطبة فنجدها في منخفض الفيوم والنطرون والسلوم وجغبوب وفي منطقة الشطوط في بلاد المغرب العربي وتلك التي تنتشر في تونس بكثرة وتعرف باسم شط الجريد وملغير وغيرهما.

وتعتبر المراوح الفيضية من الملامح المنتشرة تحت أقدام السفوح والحاقيات الجبلية التي ترتبط بها البلايا أيضاً في النطاق المعروف باسم البيدمونت. فكثيراً ما ترتبط المنطقة الواقعة أسفل السفوح الشرقية لجبال البحر الأحمر بدلتاوات كبيرة المساحة ومراوح فيضية عديدة. وعلى الجانب الآخر للجبال نجد مراوح فيضية عند التقاء مصابات الأودية الجافة بالسهل الفيضي لوادي النيل. أما السفوح الشرقية والغربية لمعظم المنخفضات في الصحراء الغربية - خاصة في مصر فترتبط بها مراوح فيضية قد تتصل جزئياً ببعضها وتكون ملامح البجادا وتصبح سهولاً رسوبية، ويشبهها في ذلك الأحوال في ليبيا والجزائر والمغرب.

وتمثل الأشكال الرملية المتجمعة في صحارى شمال أفريقيا من أوضح المعالم الجيومورفولوجية الإرسابية ومن أكثرها إنتشاراً وإمتداداً. وتبدو التجمعات الرملية في عدة أشكال والتي جذبت الانتباه لدراستها طوال القرن العشرين.

وتعمل الرياح دائماً - خاصة نظام الرياح الدائمة - على تشكيل الكثبان الرملية في الصحراء الليبية (غرب مصر وليبيا)، وتأخذ الرمال في حركتها في اتجاه يسير مع عقارب الساعة من الشمال قرب البحر المتوسط إلى الجنوب قرب منخفض توشكى. ولا يقتصر دور الرياح فقط على تكوين الكثبان الرملية وأشكالها المختلفة فقط، وإنما يتعداها إلى التشكيل المستمر لهذه الكثبان كما رسمها لنا



المصدر : Gautier E.F. 1926

الملاح الجيومورفولوجية لمنطقة الأحجار بأفريقيا

شكل (٣٧)

هاردينج كنج عام ١٩١٨ (King, 1918) الذى أعطى تصوراً لنتائج دراسته للرمال فى الصحراء الغربية فى مصر، خاصة فى الواحات الخارجة وكيفية تأثير الإتجاه العام للرياح السائدة فى تشكيل الكثيب ومدى تغير شكله إذا تعرض لهبوب رياح أخرى غير الرياح السائدة فيختلف شكل الكثيب.

ففى مصر توجد الكثبان شمال سيناء وفيما بين وادى النيل والصحراء الغربية فى المنيا وأسيوط، وتوجد فرشات الرمال فى قاع منخفض الخارجة وفى قاع منخفض توشكى وفى واحة الكفرة وفى صحراء العتمور وصحراء العتبای شمالى السودان وفوق سطح هضبة الجلف الكبير بالاتجاه نحو جبل العوينات فى مصر.

وقد توجد التجمعات الرملية فى صورة كثبان هلالية أوبرخان والتي ينتشر وجودها فى الخارجة والداخلية، وإذا تجمعت بكميات كبيرة ولمسافة طويلة سُميت غرد مثل غرد أبو المحاريق، وقد تكون كثباناً معزولة فى منطقة أبوزعل شمال شرق القاهرة وتبدو فى شكل حافات.

أما إذا تجمعت الكثبان فى مساحة كبيرة فإنها تكون ما يعرف باسم بحر الرمال ومنها بحر الرمال العظيم فى مصر وليبيا، ويوجد فى ليبيا بحر الدهان أوبارى والدهان مرزوق. وفى مصر حدد نبيل إمبابي (Embabi, 1998, p. 495, table 1) نحو ٦ بحار رملية فى مصر أكبرها بحر الرمال العظيم الذى يغطى مساحة قدرها ٧٤,٦% فى صورة كثبان والباقي عبارة عن فرشات رمال ومناطق بين الكثبان. ثم رمال سليمة وتمتد رواسبها إلى شمال غرب السودان واصلت إلى واحة سليمة، وتغطى بحار الرمال بشكل عام نحو ٢٠% من مساحة مصر.

وقد أمكن لويلسون (Wilson, 1971, p. 185). تحديد نحو ٢٧ عرقاً رملياً تتوزع فى شمال أفريقيا بدءاً من أبو محرق (أبو المحاريق) فى مصر شرقاً ووصولاً حتى العروق الرملية فى موريتانيا غرباً، والتي تزيد مساحة كل عرق رملى منها عن ١٢٠٠٠ كم ٢، وكان أكبرها عرق شيش - أدرار التى وصلت

مساحته إلى ٣١٩ ر. من المليون كم ٢ شكل (٣٨).

وتخضع الكثبان الرملية الطولية التي يكثر وجودها في العروق الرملية في شمال أفريقيا للنظام العام للرياح والاتجاه السائد لها مع دوران الكرة الأرضية مما يغير من محور الكثبان من الشمال الغربى إلى الشمال. وتتحول الكثبان الرملية من صورة كثبان هلالية أو كثبان على شكل حرف U إلى حافات رملية . والحافات الرملية سواء في الشمال الأفريقى أو فى استراليا أو الصحراء الهندية تمتد بمحاور موازية لاتجاه الرياح السائدة فى حين ترتبط الكثبان الهلالية باتجاهات ثانوية للرياح - والأخيرة هى اتجاهات متفاوتة.

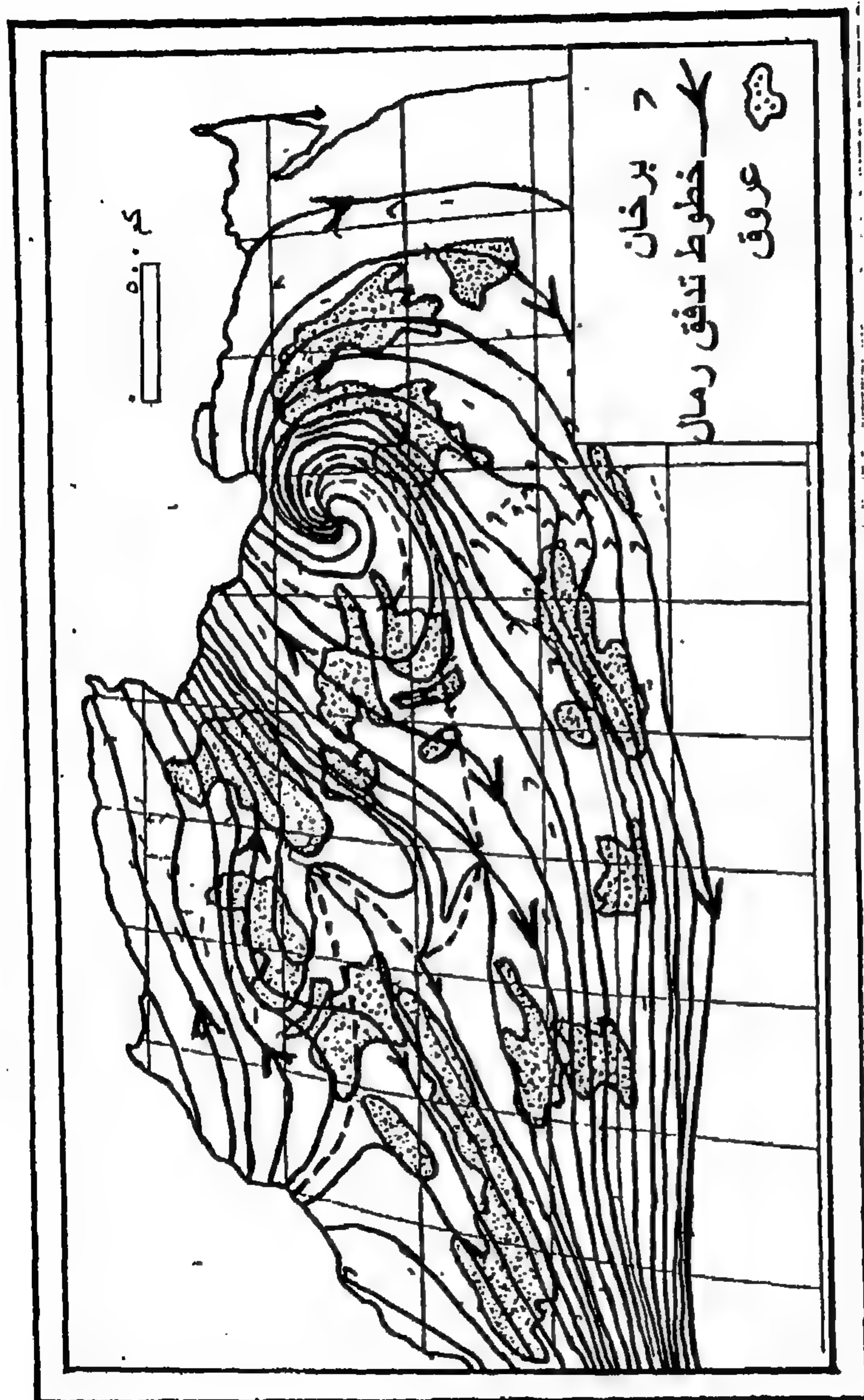
وقد كان أوفرير Aufrere أول من درس وشرح كيفية نشأة الحافات الرملية، وذكر بأنها عبارة عن تحول من الكثبان الهلالية إلى كثبان حرف U ثم تأتى المرحلة الثالثة ويزال الجزء الداخلى لحرف U ويصبح هناك زوج من الحافات الرملية (Madigan, 1936, p. 223) تأخذ هيئة 11 بدلا من U بعد نحت ما بينهما.

وفى النصف الجنوبى للقارة الأفريقية استمدت الأشكال الرملية رواسبها فى الغالب من تئرية الرواسب الفيضية القديمة والتي كونتها الأودية الجافة. وتوجد الصحراء الحصوية الزلطية فى الجزء الشمالى لصحراء ناميب - كما سبق الذكر - بينما الصحراء الرملية تقع إلى الجنوب.

#### أمريكا الشمالية :

يظهر فى الركن الغربى والجنوبى الغربى بأمريكا الشمالية الملامح الجيومورفولوجية البنائية ممثلة فى المخاريط البركانية فى صحراء سونورا والتي تبدو فى شكل جبال مثل جبال آجو - تشيلد - لتل بارتفاع يصل إلى ٧١٠ متر.

وتوجد فى كثير من الأراضى الجافة بالولايات المتحدة والمكسيك ملامح جيومورفولوجية بنائية ناتجة فى نشأتها عن أحداث باطنية تكتونية، حيث تعمل الصدوع هناك على تقسيم القشرة الأرضية إلى كتل أو أجزاء تفصلها ملامح بنائية.



حادّة وبعض خطوط الصدوع التي قد تكون قديمة. وتحدث حركة جانبية أو رأسية لهذه الكتل فتكسبها ملمحاً طبوغرافياً يعرف باسم طبوغرافية "الحوض والسلسلة" ويصبح المظهر بين إرتفاع وانخفاض أو مرتفعات وأحواض. وقد نتج عن ذلك أيضاً وجود حافات صدعية منها حافة جبل سان جبريل ٦٥٠٠ قدم والحافة الجبلية لسييرا نيفادا ١٠٥٠٠ قدم فوق مستوى وادي أوينز، وتوجد أمثلة لهذا في صحراء موهاف أيضاً (Hills et al., 1966, p. 55).

ومن أوضح المعالم الجيومورفولوجية الحافات المتوازية التي توجد بينها منخفضات يطلق عليها أودية، وأعمق منطقة وأشهرها تلك التي تعرف بوادي الموت Death Valley في جنوب شرق كاليفورنيا وفي الجزء الجنوبي من ولاية نيفادا (Blackwelder, 1933, p. 464).

وتوجد في ولاية نيومكسيكو بالولايات المتحدة أحواض أخرى غير الأحواض السابقة، ومنها حوض أوتيرو Otero والذي يقع في النطاق القاحل الذي يستقبل أقل من ٢٥ سم/ سنوياً من الأمطار. (Macdougall, 1912, p. 453).

وفي المكسيك تبدو السفوح الصدعية التي نتجت عن حركات التصدع التي أصابت المنطقة، سواء حددت سفوح هضبة المكسيك، أو الحافات المحددة لخليج كاليفورنيا وشبه جزيرة كاليفورنيا ذات النشأة الصدعية. وتوجد أحواض بالمكسيك ذات نشأة صدعية مثل حوض سالتون Salton الذي يمتد بين الولايات المتحدة والمكسيك ويصل مستوى هبوطه إلى ما دون مستوى البحر بنحو - ٢٨٤ قدم تحت مستوى البحر، كما توجد مجموعة منخفضات فوق سطح هضبة المكسيك نفسها.

### ثانياً أشكال النحت:

تتنوع أشكال النحت في الأقليم الجاف وشبه الجاف والناطقة عن نحت كل من النحت الهوائي والنحت المائي في الولايات المتحدة الأمريكية. فالتلال المعزولة والمتخلفة عن النحت توجد فوق الحافة الشمالية للهضبة العظمى وقرب الهامش الشمالي، وهي من الحجر الرملي، وتشكل المظهر المعروف جيومورفولوجياً

بالتوأم Twin Butts. وقد أشار بريان وروى (Bryan & Rue, 1927, p. 252) إلى أنها تعرف أيضاً باسم Navago وتوجد في صحراء يوتاه وتتكون من الحجر الرملى وساعد على تكونها وجود فواصل رأسية.

وتوجد فى صحارى الولايات المتحدة ومناطقها الجافة ظاهرة البولسون Bolsons والتي تنتشر بكثرة فى الأقاليم الغربية الداخلية، وتشغل قيعانها بعض البلايا والبحيرات مثل بحيرة بونفيل (Hills, et al., 1966, p. 65). وملامح البولسون تبدو فى صورة منخفضات دائرية أو شبه دائرية، ناتجة عن عمليات النحت الصحراوى أساساً وساعد على عمليات النحت وجود بعض الصدوع والملامح البنائية، ولكن تعددها ومورفولوجيتها يكسبها مظهراً جيومورفولوجياً خاصاً ومميزاً يجعلها تختلف عن الأحواض البنائية السابقة الذكر.

وتظهر ملامح النحت المائى إما فى المجارى المائية الجافة نفسها أو مجموعة الخنادق الكبيرة Canyons وبعض الجنادل فى المناطق العميقة التى تقطعها الأودية كما هو الحال فى صحراء أريزونا وويومنج (Clapp, 1926, p. 220).

### ثالثاً: أشكال الارساب :

تهب الرياح فوق صحارى جنوب غرب وغرب الولايات المتحدة، وتوجد أنواع من الكثبان منها النوع القبابى فى غرب وجنوب غرب أمريكا الشمالية هى من نوع الكثبان الطولية أو كثبان القطع المكافئ (Hills et al, 1966, p. 73)، وأكثر الكثبان فى غرب وجنوب غرب أمريكا الشمالية هى من نوع الكثبان الطولية أو كثبان القطع المكافئ (Thomas, 1997, p. 384). وذلك فى جران ديزرتو أو الصحراء العظمى، بالإضافة إلى كثبان الجودونز، وبحر رمال سالتون وهما فى كاليفورنيا، وتمثل كثباناً نشطة. كما توجد البلايا فى أحواض البولسون السابق ذكرها، أو فى قيعان الأودية الصدعية والمنخفضات التكتونية التى تكونت غرب وجنوب غرب الولايات المتحدة.

أما ظاهرة المراوح الفيضية فتوجد بكثرة مرتبطة بأحواض البولسون على

السفوح المحددة لجوانب هذه الأحواض والمنخفضات. وتشغل المراوح الفيضية مع البلايا نحو ٦٠% من صحراء موهاف (Hills et al., 1966, p. 65).

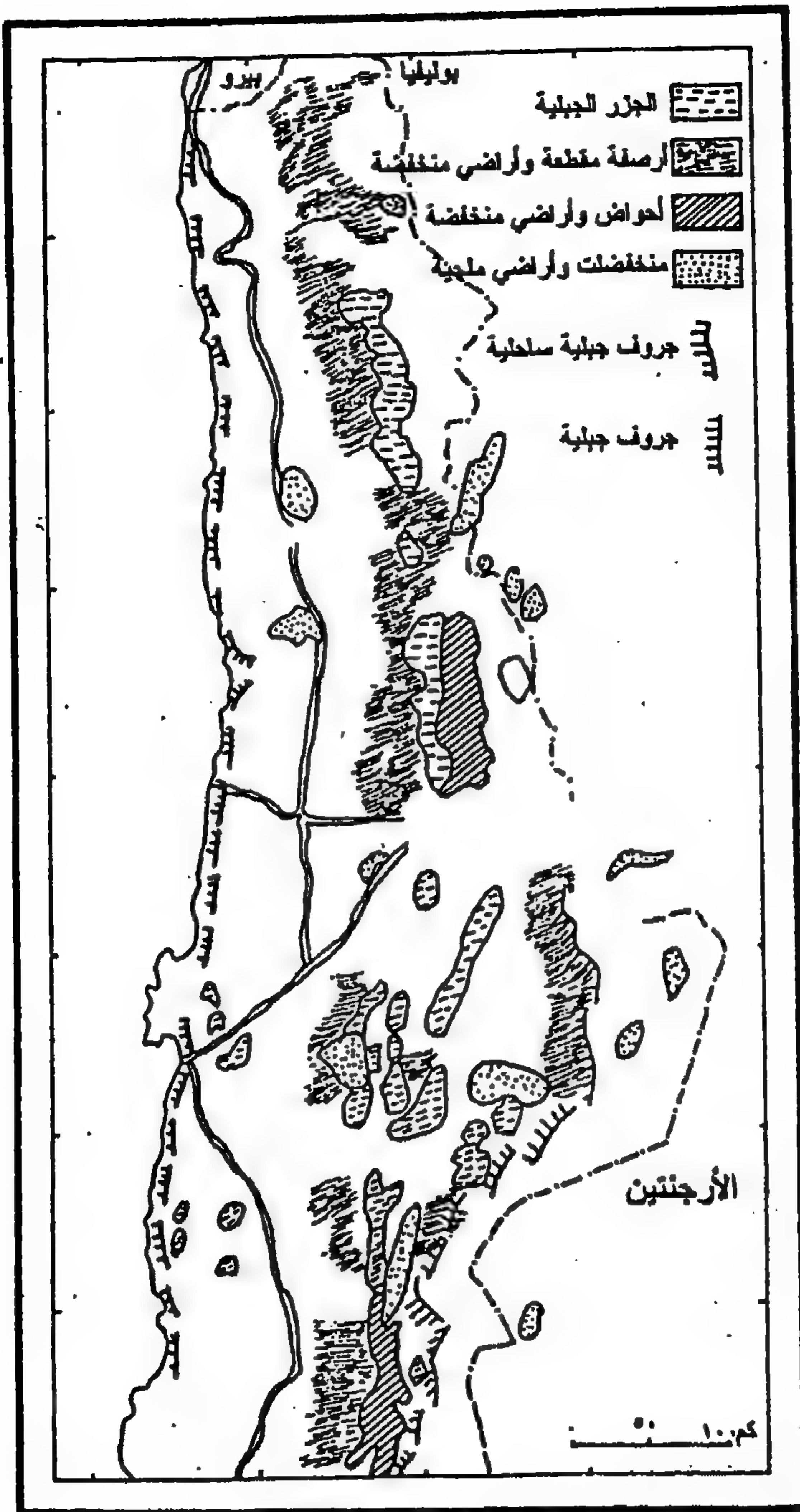
أمريكا الجنوبية :

أولاً: الملامح البنائية:

ظهر العديد من القمم والسفوح الشديدة الانحدار ذات الأصل الصدعى فى الشمال الشرقى للقارة. أما فى الغرب حيث توجد صحراء أتكاما التى تمتد فى شيلى ويوجد جزء منها فى بيرو فتظهر الحافات الصدعية، سواء التى تحدد إمتداد جبال الأنديز من الجهة الغربية، أو تلك التى تظهر موازية لخط الساحل، كما فى شكل (٣٩).

وتظهر التلال المستديرة والجزر الجبلية وقد انتشرت فى صحراء أتكاما رغم ضيق إتساعها وامتدادها الطولى من الشمال إلى الجنوب، وهذه التلال مقطعة بفعل المسيلات المائية التى تتعامد مع محور اتجاه الجبال والساحل، وأغلبها يوجد فى النطاق الأوسط من الصحراء والقليل منها يوجد فى النطاق الغربى، كما أنه قد تكونت الأرضة الصحرائية فى صحراء أتكاما، وهى مكونة من رواسب الأحجام الكبيرة من الحصى والأحجار بسبب شدة إزالة الرياح للرواسب الناعمة من فوق أسطح المراوح الفيضية (James, 1926, p. 207).

ولا تخلو صحراء أتكاما من وجود المنخفضات والتى تشغل معظم قيعانها الأملاح ذات القيمة الاقتصادية، وتوجد ملامح البولسون بين جبال الأنديز شرقاً والسلسلة الساحلية غرباً، وهى أحواض ضحلة تفصل بينها مجموعة تلال صغيرة، وتشغلها بعض المراوح الفيضية (Ibid.).



المصدر: Petrov, 1976.

الملاح المورفولوجية لصحراء شيلي

شكل (٣٩)

ومع شدة جفاف صحراء أتكاما إلا أنه تقطعها مجموعة أودية تأخذ نظاماً متوازياً أو شبه متوازياً وتتجه نحو الغرب إلى المحيط الهادى، وقد عملت هذه الأودية على نحت أخاديد فى المنطقة الغربية من الجزء الهضبى ومن أمثلتها نهر لوا The Rio Loa. وقد انتشرت الأخاديد كمظهر نحتى فى المنطقة، وغالبيتها تأخذ مقاطعها العرضية شكل حرف V (James, 1926).

### ثالثاً: أشكال الارساب:

تظهر ملامح الارساب الرملى فى شكل كثبان فى الجزء الصحراوى الواقع فى بيرو، وأغلبها من نوع البركان وتعرف باسم بامبا دى لاجويا Pampa de la Joya ومتوسط ارتفاع الكثبان يصل إلى ١-٧ أمتار (Thomas, 1997, p. 394). وهى كثبان متحركة ونشطة. أما الرواسب الهوائية الأخرى فى أمريكا الجنوبية فتظهر فى صحراء بتاجونيا فى الأرجنتين حيث توجد الكثبان الثابتة فى أقصى شرق الإقليم الجاف فى النطاق الساحلى، فى حين تظهر رواسب اللويس بشكل أكثر إنتشاراً فى هذا الإقليم مقارنة بالكثبان الرملية. وتظهر رواسب اللويس فى شمال غرب وشمال شرق وغرب هضبة بتاجونيا.

وإذا نظرنا لرواسب البايا فى أمريكا الجنوبية نجدها كثيرة الانتشار فى صحراء شيلى وبيرو حيث توجد فى قيعان المنخفضات وتشغل قيعان أحواض البولسون، وكثير منها به أملاح ذات قيمة إقتصادية كمخصب للأراضى الزراعية، وهى تمثل بحيرات قديمة أو مستنقعات تعرف محلياً باسم Salars شكل (٣٩).

وتنتشر ظاهرة المراوح الفيضية من النوع الكبير الحجم والمتسع المساحة على الساحل الغربى لصحراء أتكاما، وإن كانت إنحداراتها تشد نسبياً لتصل درجة الانحدار إلى ٥ درجات، ولذا يصفها لنا جيمس (James, 1926, p. 207) بأنها مراوح معلقة، يبلغ طولها نحو ٤٠-٥٠ ميلاً بحيث تمتد لتصل إلى منخفضات البولسون المجاورة.

## إستراليا :

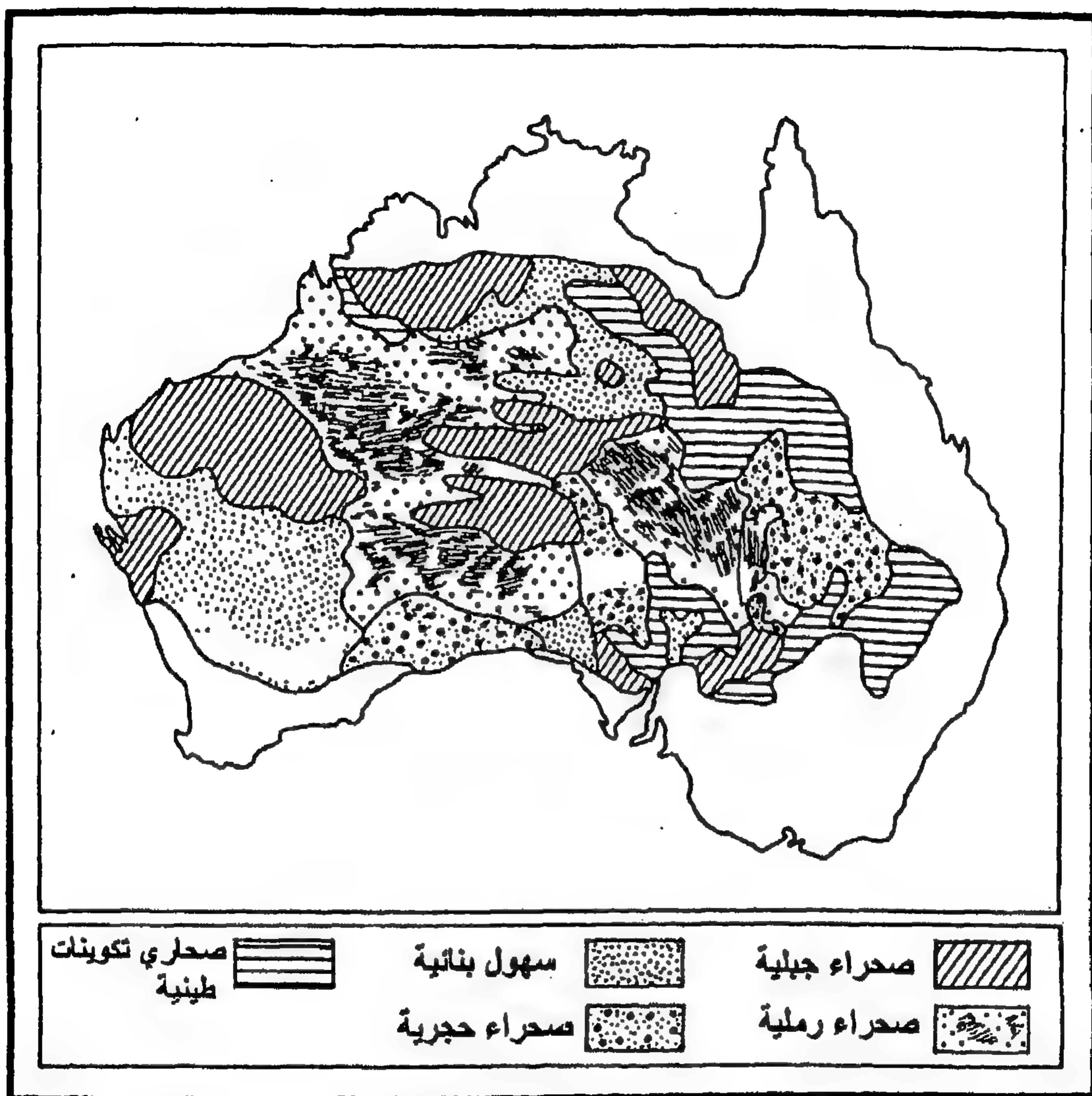
تظهر السهول وأشباه السهول الصحراوية من الملامح الموجودة، وهي ذات أصل بنائي Structural plains والتي تتوزع إما في الجنوب الغربى للقارة أو فى الوسط الجنوبى أو فى الوسط الشمالى، وترتفع هذه الملامح التى تمثل أشباه سهول - خاصة فى الغرب - بحوالى ١٥٠٠-٢٠٠٠ قدم فوق سطح البحر (Madigan, 1936, p. 219). مثل هذه السهول هى قديمة منذ عصر ما قبل الكمبرى والباليزوى المبكر، والتي تعرضت لتاريخ نحت طويل جداً ووصلت فى النهاية إلى هذه المرحلة (Taylor, 1933, p. 108) وأدى ذلك إلى تراكم الكثبان فوق هذه السهول فى النهاية.

ويظهر على سطح الصحراء الأسترالية الأرصفة الصحراوية والصحراء الحجرية فى شكل نطاق متسع المساحة يتوزع فى ثلاث مناطق هى الشرق والوسط وجنوب النطاق الجاف بالقارة. والصحراء الحجرية هنا مكونة من صحارى زلطية - رملية وصحارى حصوية، ومن أشهرها صحراء جبسون الحجرية الزلطية التى تنتشر بها كومات متباعدة مكونة من الصخور القديمة (Ibid.).

وقد ساعد استواء سطح وسط وغرب استراليا، وبعد هذا القلب عن السواحل على تكوين بحار الرمال والعروق الرملية المتنوعة بالقارة. وتوجد الصحارى الرملية ممثلة فى:

- (١) صحراء فكتوريا العظمى
- (٢) الصحراء الرملية العظمى وهى أكبرها
- (٣) صحراء جبسون
- (٤) صحراء سمبسون
- (٥) الصحراء الشمالية.

ويلاحظ أنها عروق رملية تصل إلى حد الدروع مثلما هو الحال فى صحراء سمبسون، وهى صحارى رملية تزيد مساحة كل واحدة منها حسب تقسيم ويلسون (1973, p. 86) عن ١٢٠٠ كم٢.



الملاح الجيومورفولوجية الرئيسية للنطاق الجاف والقاحل في قارة إستراليا

شكل (٤٠)



ملاح الارساب في صحارى وسط وجنوب استراليا

شكل (٤١)

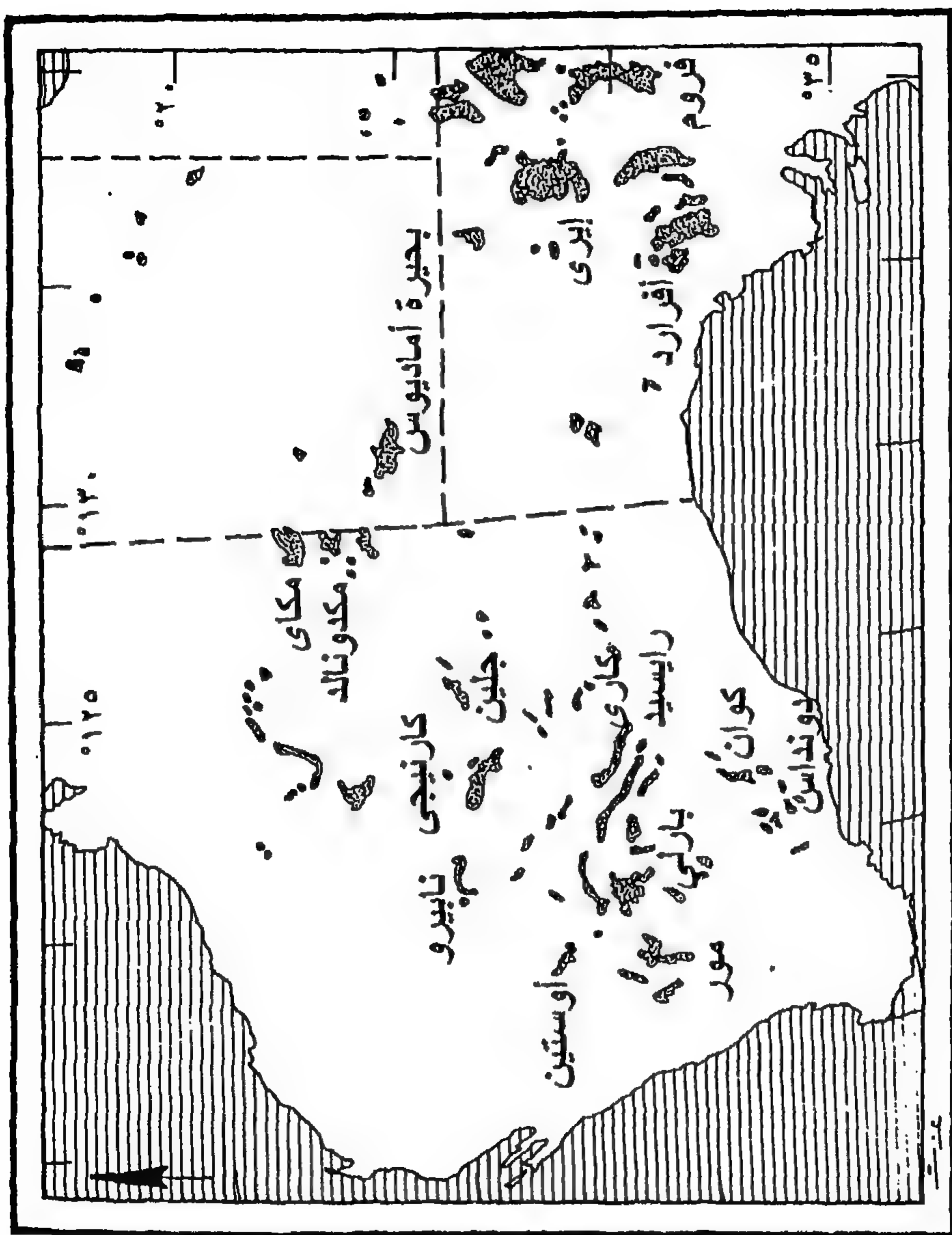
وتنتشر بصحارى استراليا مظهر الحافات الرملية فى الصحارى السابق ذكرها بالإضافة إلى النطاق حول بحيرة إيرى فى بيرد فيل، وهى حافات غير منتظمة، والمسافة بين كل حافة وأخرى تبلغ ١/٤ ميل، وطول الحافة الواحدة يصل إلى مئات الأميال، بعضها مثبت بالنبات الطبيعى (Madigan, 1936, p. 223) واتجاهاتها ما بين ١٥° شمال شرق و ١٥° جنوب شرق وهذا يتفق مع الاتجاه العام للرياح الدائمة والقادمة من الجنوب الشرقى (Clapp, 1926, p. 222).

ومع الجفاف الشديد الذى تشهده المناطق الداخلية فى استراليا إلا أنه يُوجد بها مظهر البلايا، والتى تعرف بعدة مسميات هناك، فالبعض يستخدم لفظ بحيرة البلايا Playa Lake، والبعض الآخر يستخدم لفظ بركة. أو بحيرة صغيرة pan للإشارة إلى البلايا فى حين يستخدم نيل Neal لفظ بحيرة طينية Clay pan (Shaw & Thomas, 1997, 295) وهو من رواد العالم فى دراسة البلايا فى النصف الثانى من القرن العشرين.

ويوجد مظهر إرسابى مميز ينتشر داخل الأراضى الاسترالية فى البيئة القاحلة، والمناطق التى تتعرض للجفاف أيضاً، صحراوية كانت أم سهول ومناطق تلال، وهو مظهر المستنقعات، حيث تتجمع المياه، ويتجسم هذا المظهر الجيومورفولوجى، وبشكل مكثف فى ولاية استراليا الجنوبية حيث توجد سبختى : إيرى، وأفراد أكبر مساحة، وفى استراليا الشمالية حيث توجد بحيرة أماديوس (شكل ٤١) غربى صحراء سمبسون، أما فى استراليا الغربية إلى الغرب منهما فهناك العديد من السبخات وإن كانت الواحدة منها أقل مساحة عن السابقة والتى من أمثلتها: جلين، نابيرو، كارى، بارلى، مور كما فى شكل (٤٢).

وتتميز هذه السبخات بأن :

(أ) بعضها تمثل نهايات للأودية الجافة ولذا تكونت بفعل عامل سطحي.



السبخات والبحيرات الداخلية الملحة في أستراليا

شکل (٤٢)

(ب) بعضها تمثل مصباً لمياه جوفية تظهر على السطح في شكل عيون ولذا تكونت بفعل عامل جوفى.

(ج) بعضها يأخذ الشكل شبه المربع، وأخرى تأخذ شكلاً طولياً، ومجموعة ثالثة تأخذ شكلاً إصبعياً.

(د) الغالبية العظمى منها تتكون في نطاق فلكى بين خطى عرض ٢٠ - ٣٠ ° جنوباً وهى العروض الجافة (الصحراوية الحارة).

الفصل السادس

سمات مناخ الأراضي

الجافة والقاحلة



## سمات مناخ الاراضى الجافة والقاحلة

تتصف الأقاليم القاحلة والأراضى الجافة بسمات مناخية سواء التطرف الحرارى، أو قلة الأمطار وتذبذبها، ورياح محلية، محملة بالأتربة، كما ان لها صفات خاصة بالتبخر، ويمكن عرض كل هذه السمات فى قارات العالم.

### الخصائص الحرارية

تتميز الصحارى الحارة بخصائص مناخية خاصة بها من حيث عناصر المناخ المختلفة، فهى تضم أعلى متوسط شهرى للحرارة فى صحارى العالم والتي تبلغ  $37^{\circ}\text{C}$  لأعلى الشهور حرارة فى السنة وتمثل هذه القيمة شمال أفريقيا (Petrov, 1976, p.116) كما أنها تضم أغلب القيم العالية للمتوسط الشهرى للشهور المرتفعة الحرارة فى العالم، سواء فى استراليا ( $31^{\circ}\text{C}$ ) أو شبه الجزيرة العربية ( $33^{\circ}\text{C}$ ).

### أولاً : الحرارة فى النطاق القاحل Arid والصحارى :

يمكن عرض السمات الحرارية فى كل من النطاق القاحل Arid وشبه القاحل حيث تمتد الصحارى من جهة، وفى النطاق الجاف dry من جهة أخرى. وإذا بدأنا بالتعرف على السمات الحرارية لنطاق الصحارى وأشباه الصحارى فى العالم فإنه يمكن التمييز بين كل من :

أ- الصحارى الداخلية.

ب- الصحارى الساحلية.

### (أ) حرارة الصحارى الداخلية :

يمكن أن نأخذ محطات مناخية ومواقع ممثلة لهذا النوع من الصحارى كما هو موضح بجدول (١٨)، فى قارة آسيا نجد أن معظم أراضى الهند حراراتها مرتفعة (ما بين  $25-27,5^{\circ}\text{C}$ ). وإذا أخذنا محطة جايسلمر Jaisalmer والتي تمثل أكبر مدينة فى صحراء راجستان (وصحراء ثار) شمال غرب الهند وفى قلب

النطاق القاحل هناك، نجد أن أقصى درجة حرارة سجلت بها هي في فصل الصيف وتبلغ  $40^{\circ}\text{م}$ . ومع انها مرتفعة الحرارة إلا أننا نجدها في الرياض - بقارة آسيا أيضاً بالسعودية - يُسجل متوسط درجة الحرارة العظمى بها في محطة المطار القديم بالقرب من حَيّ البطحاء  $38,2^{\circ}\text{م}$  وهي قيمة مرتفعة أيضاً. وفي قارة أفريقيا نجد أن متوسط الحرارة العظمى بمدينة القاهرة يقل إلى  $27,8^{\circ}\text{م}$ ؛ وفي صحراء الجزائر بمدينة تميمون  $43,8^{\circ}\text{م}$  (شطا، ١٩٩٤، ص ٣٧٧).

وإذا انتقلنا إلى أمريكا الشمالية لنأخذ صحارى جنوب وجنوب غرب الولايات المتحدة نجد أن محطة بليث ممثلة لصحراء أريزونا وتقع على نهر كلورادو على خط عرض  $30^{\circ}$  -  $33^{\circ}$  شمالاً أعلى حرارة سجلت كانت في أغسطس وبلغت قيمة متوسطها  $33,5^{\circ}\text{م}$ ، بينما في صحراء موهاف (في محطة بارستو) سجلت  $29,5^{\circ}\text{م}$ ، وفي وادي الموت في شرق صحراء موهاف يرتفع متوسط أعلى درجة حرارة شهرية وتكون في يوليو إلى  $33^{\circ}\text{م}$ ، كما في شكل (٤٣).

أما في أمريكا الجنوبية فإن الصحراء الداخلية يمكن أن تمثلها الصحراء الجبلية في الداخل، في المناطق الواقعة أقصى غرب البرازيل عند الحدود مع بوليفيا وبيرو، وتمثلها محطة فلوريسنشيا Florescencia على خط عرض  $04^{\circ}$  -  $09^{\circ}$  جنوباً. وقد سجلت متوسط أعلى درجات الحرارة الشهرية  $33^{\circ}\text{م}$ .

وفي استراليا يلاحظ أن نحو ٨٠% من أراضي استراليا يرتفع المعدل اليومي للحرارة العظمى في السنة عن  $27^{\circ}$ ، وأن المناطق الصحراوية بها تتراوح درجة الحرارة هناك بين  $27-32^{\circ}\text{م}$ . وقد سجلت قيمة متوسط حرارة أعلى الشهور في منطقة مياه شارلوط (وهي صحراوية داخلية شديدة القحولة)  $29,7^{\circ}\text{م}$ .

وفي عملية تقييم الحرارة العظمى في مناطق الصحارى الداخلية يمكن ان نستنتج عدة ملاحظات وحقائق :

(١) أن درجة الحرارة في الصحارى مرتفعة بشكل عام سواء كانت الصحراء في

نصف الكرة الشمالى مثل راجستان (نار) أو فى شبه الجزيرة العربية وشمال أفريقيا، أو فى نصف الكرة الجنوبي مثل الصحارى الجبلية فى الوسط الشمالى لأمريكا الجنوبية، وصحراء وسط وغرب استراليا .

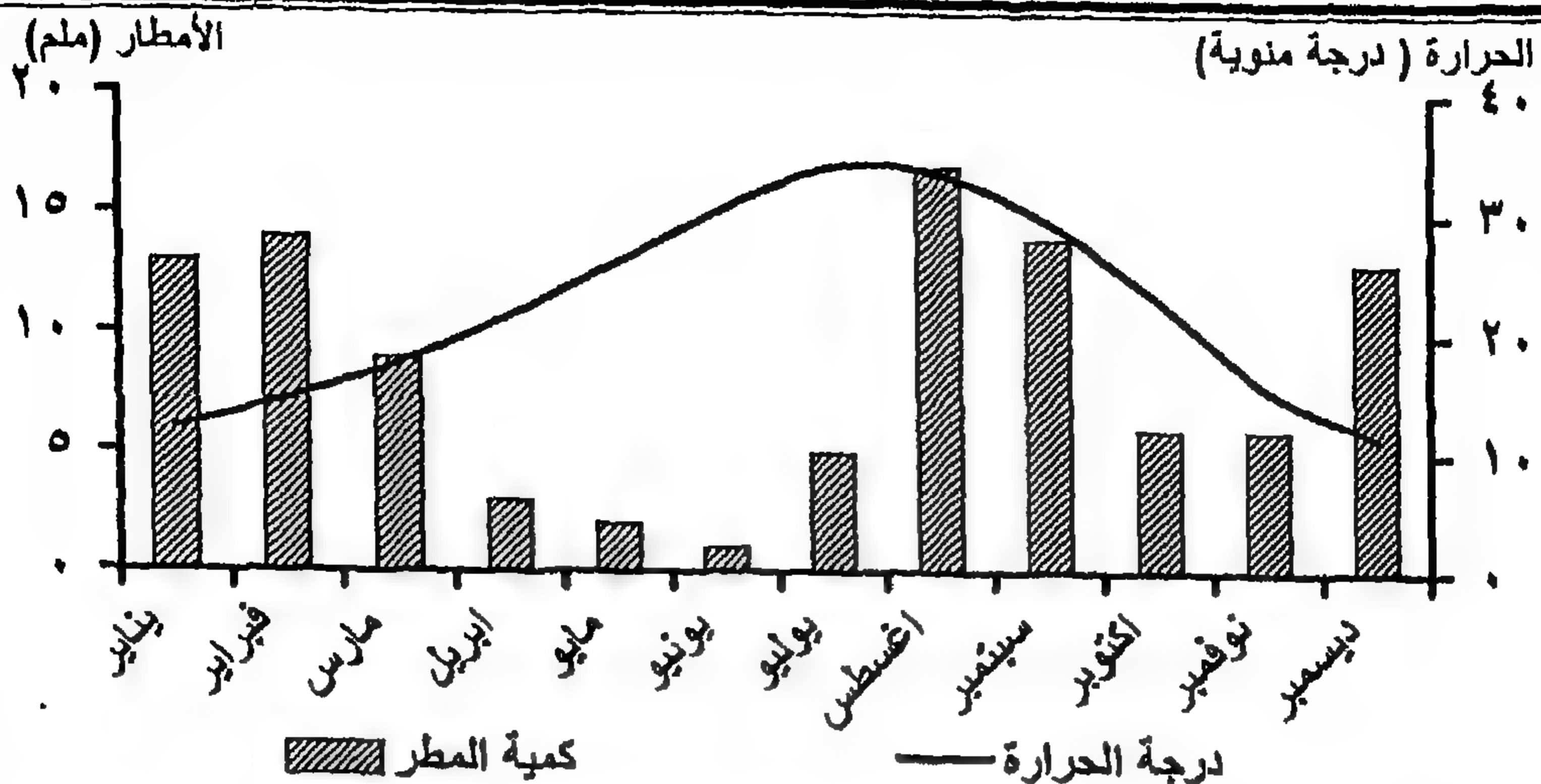
(٢) أن درجة الحرارة تكون عالية بسبب الجفاف من جهة حيث أن الأمطار تخفض من درجة الحرارة إذا سقطت فى مناطق مرتفعة الحرارة، وهى مرتفعة أيضاً بسبب الفقر النباتى، وندرته فى البيئات الصحراوية.

### جدول (١٨)

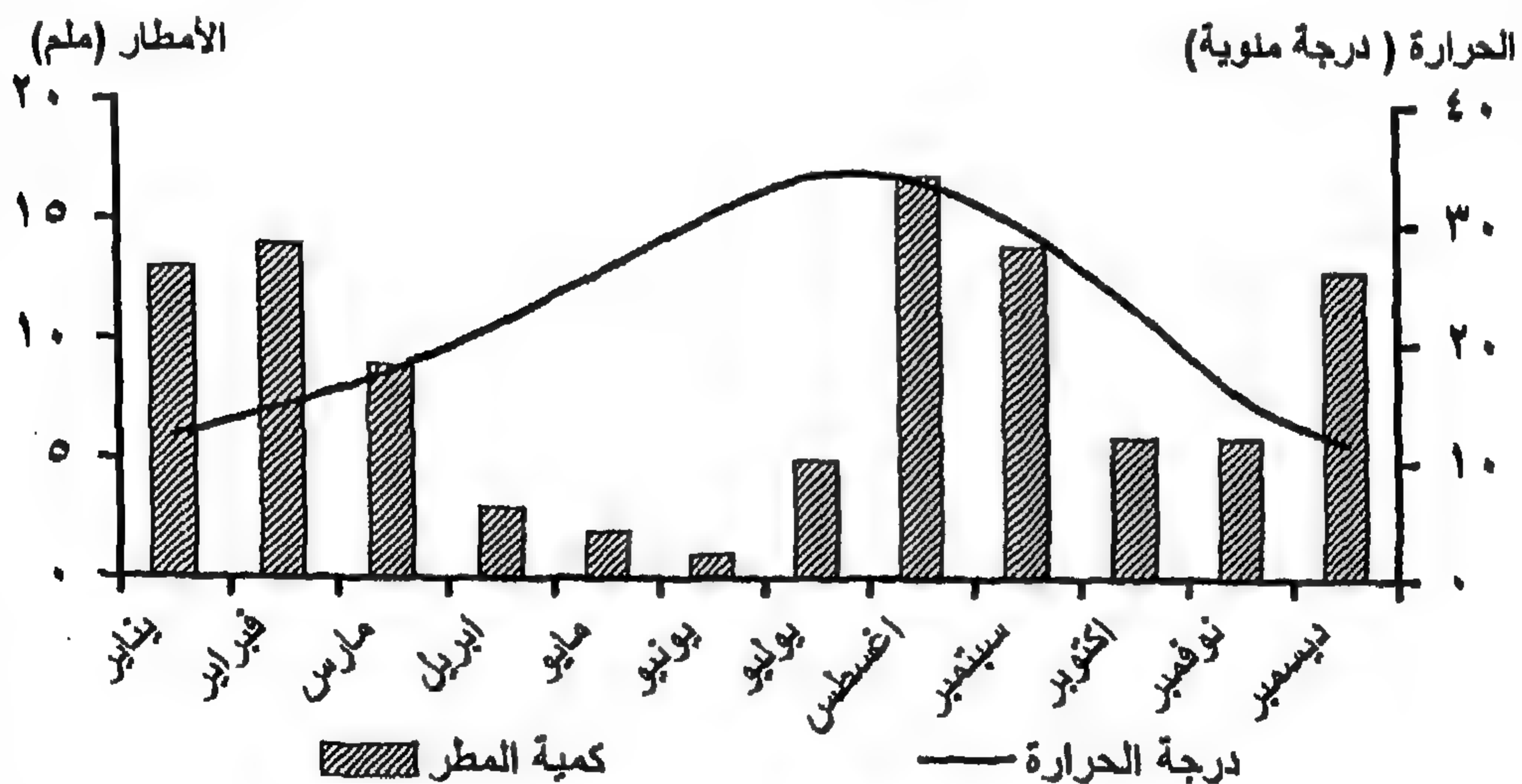
قيم متوسط أعلى درجة حرارة فى مناطق الصحارى الداخلية فى قارات العالم

م	القارة	الدولة	المحطة المناخية	خط العرض بالدرجة	متوسط أعلى درجة حرارة بالمتوى
١	آسيا	الهند	جايسلمر	٢٧ ش	٤٠
٢		السعودية	الرياض	٢٥ ش	٣٨,٢
٣	أفريقيا	مصر	القاهرة	٣٠ ش	٢٧,٨
٤		الجزائر	تميمون	٢٩ ش	٤٣,٨
٥	امريكا اشمالية	الولايات المتحدة	بليث	٣٠ ٣٣ ش	٣٣,٥
٦		الولايات المتحدة	بارستو	٣٠ ٣٤ ش	٢٩,٥
٧	امريكا الجنوبية	البرازيل	فلونسشيا	٩ جـ	٥٣٣
٨	استراليا	استراليا	مياه شارلوط	٢٥ جـ	٢٩,٧

(٣) أن درجة الحرارة العظمى فى المناطق القاحلة وشبه القاحلة تتراوح بشكل عام ما بين ٢٨ - ٤٤ ° مئوية وهى قيم مرتفعة ويرجع ذلك إلى الاسباب شائعة الذكر من ندرة النبات وانكشاف السطح ونقص المطر، إضافة إلى القارية المناخية التى تتسم بالتطرف الحرارى.



درجة الحرارة وكمية المطر بمحطة Barstow في صحراء موهاف



درجة الحرارة وكمية المطر بمحطة Blythe في صحراء أريزونا  
على نهر كلورادو

الحرارة و المطر في بعض مناطق صحارى الولايات المتحدة

شكل (٤٣)

(٤) لوحظ أن درجات الحرارة العظمى تقل بالابتعاد عن خط الاستواء في النطاق من ١٠-٢٥ ° جنوباً، ولكنها تزيد بالابتعاد عن خط الاستواء في نصف الكرة الشمالي في النطاق ٢٥-٣٠ ° شمالاً بسبب الظروف القارية واتساع الصحارى في أفريقيا وآسيا وأمريكا الشمالية (جنوب وجنوب غرب الولايات المتحدة) ثم يحدث انقلاب عكسي بحيث أن قيم أعلى درجات الحرارة في السنة تبدأ في التناقص من ٣٠ ° - ٣٥ ° شمالاً وقد يكون السبب في هذه الحالة الأخيرة عوامل تضاريسية حيث تقع محطة بارستو بالولايات المتحدة على حضيض جبل أورد ord وهو بارتفاع ١٩٢٣ متر، بينما محطة بليث تقع بين مناطق جبلية تزيد عن الـ ١٠٠٠ متر، حيث يحدها من الشمال الغربي جبال الجرانيت، ومن الجنوب الشرقي جبال القبة الصخرية Dom Rock M مما يخفض نسبياً من درجات الحرارة بالارتفاع، في هذه البقعة الصحراوية، ويظهر كل ذلك إذا أعدنا ترتيب المحطات المناخية حسب مواقعها الفلكية وبشكل متدرج من خط الاستواء نحو القطب الجنوبي من جهة، ثم ترتيبها من خط الاستواء وبالاتجاه نحو القطب الشمالي من جهة أخرى.

#### • المتوسط السنوي للحرارة :

يظهر من جدول (١٩) أن المتوسط السنوي للحرارة في مناطق الصحارى الداخلية مرتفع بشكل واضح ومثير، فنادرًا ما يقل المتوسط عن ٢٠ °م كما في حالة محطة بارستو جنوب غرب الولايات المتحدة، ولهذا فإن الغالبية العظمى للمتوسطات السنوية تزيد عن ٢٠ °م، وتتراوح أغلبها بين ٢٠ - ٣٠ ° وعلى وجه الدقة بين ١٩-٢٧ ° وهي تمثل بذلك قيمة مرتفعة للغاية.

• المدى الحراري السنوي : يوضح الجدول (١٩) أن المدى الحراري السنوي يتفاوت من مكان لآخر فنجد أنه يقل في الصحارى الجبلية الداخلية القريبة من خط الاستواء كما في فلونشيا إلى ١٢ °م وهي على خط عرض ٩ ° جنوباً بينما يزيد في الرياض إلى ٢٣ °م وفي الهند في جايسلمر إلى ٢٤ °م في صحراء

## جدول (١٩)

### الخصائص الحرارية للصحارى الداخلية

المتوسط والمدى الحرارى السنوى لمناطق الصحارى الداخلية						المحطة
بارستو	بليث	القاهرة	جايستر	الرياض	فلورنشيا	
١٨,٨	٢٢,٤	٢١,٨	٢٢	٢٦,٦	٢٦,٥	المتوسط السنوى م°
٢٠,٥	٢١,٥	١١,٩	٢٤	٢٣,١	١٢	المعدل الحرارى السنوى

راجستان، وفي جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية يدور حول ٢١° (٢٠,٥ ، ٢١,٥ م°) . أما القاهرة فتقع على الهامش الصحراوى وتتأثر بمناخ البحر المتوسط نسبياً ولذا فإنه في حدود ١٢° م° .

### الصحارى الساحلية :

تتميز درجات الحرارة في مناطق الصحارى الساحلية بعدة صفات يمكن أن نوجزها على النحو التالى :

(١) أن درجة الحرارة العظمى قد تقل إلى ٢٠° م° كما في شيلي وقد تزيد إلى الضعف كما في حالة مدينة جدة والسبب وجود تيار بيرو البارد الذى يخفض من درجة الحرارة في البيئات الساحلية، بينما في حالة جدة فإن حوض البحر الاحمر يعتبر حوض شبه مغلق وتختفى منه مثل هذه التيارات.

(٢) تتجانس الحرارة الصغرى بحيث تتراوح بين ١٦-١٩° م° في فترات الشتاء الشمالى أو الشتاء الجنوبى (حيث تقع شيلي).

(٣) يكاد يتقارب المتوسط السنوى الحرارى في شيلي ومصر بينما يزيد في السعودية، وهو بشكل عام بين ١٨-٣٠° م°.

(٤) يتفاوت ويختلف المدى الحرارى حيث يقل إلى أدنى حد (٤° م°) في صحراء شيلي، بينما يزيد في السعودية غرباً إلى ٢١,٢° م°، حيث القرب من خط الاستواء ودفئ الشتاء.

## جدول (٢٠)

الصفات الحرارية لبعض محطات الصحارى الساحلية (بالمئوى)

الموقع الفلكى	الدولة	المحطة	الحرارة العظمى	الحرارة الصغرى	المتوسط	المدى	ملاحظات
٢٠ حـ	شيلي	أكيكي	٢٠	١٦	١٨	٤	تيار بارد
٣٠ ش	السعودية	جدة	٤٠,٢	١٩	٣٠	٢١,٢	قرب الاستواء
٣٠ ش	مصر	السويس	٢٨,٦	١٧,٨	٣٢,٢	١٠,٨	البعد عن الاستواء

مصدر القيم الأصلية عن Petrov ١٩٧٦ ومحمود ٢٠١٠، وزارة الاقتصاد والتخطيط، السعودية وبساقى الحسابات من عمل المؤلف.

(٥) بمقارنة متوسط أعلى درجة حرارة فى الصحارى الساحلية وهى من ٢٠-٤٠°م بتلك التى سجلت فى الصحارى الداخلية وهى ٢٧,٨ - ٤٣,٨°م نجد أنها تزيد بذلك بشكل عام فى الصحارى الداخلية عنها فى الصحارى الساحلية.

(٦) يلاحظ أن المدى الحرارى يزيد كلما كان الموقع داخلياً. فقد أشار بتروف (Petrov 1976) أن المدى الحرارى فى الصحارى الداخلية يبلغ ١٦-٣٢°م فى الصحارى الحارة والمعتدلة، بينما يقل إلى أدنى حد ممكن له فى الصحارى الساحلية بحيث قد لا يزيد المدى عن ٤-٦°م فى جنوب غرب أفريقيا وعلى الساحل الغربى لأمريكا الجنوبية.

ثانياً : الحرارة فى النطاق الجاف dry :

تتفاوت درجات الحرارة فى المناطق التى تتعرض لأحداث الجفاف، حيث تتوزع المناطق المطيرة التى تقل فيها الأمطار فى بعض السنوات مسببة بذلك حالات جفاف فى المناطق الحارة حيث نطاق السافانا ومناطق الأمطار الموسمية الصيفية، ومناطق الاستبس (المعتدل)، وفى المناطق المعتدلة سواء أقاليم حوض

البحر المتوسط أو الإقليم الصيني.

وتطبيقاً لذلك فإنه قد تم اختيار ١٤ محطة مناخية ممثلة، في الهند وتشاد، والولايات المتحدة والبرازيل واستراليا، كما هو موضح فى جدولى (٢١، ٢٢) لدراسة الظروف الحرارية فى المناطق الجافة dry.

ففى الأقاليم التى تتعرض لأحداث جفاف فى نطاق الحشائش، ومنها السافانا نجد أن الحرارة قد يرتفع متوسط أعلى درجة حرارة إلى  $35.7^{\circ}\text{C}$  فى نجامينا فى تشاد، ولا يقل متوسط أدنى حرارة عن  $20^{\circ}\text{C}$ ، والمدى الحرارى يكون مرتفعاً نسبياً ويصل إلى نحو  $15^{\circ}\text{C}$ ، والمعدل السنوى للحرارة  $23.6^{\circ}\text{C}$ .

وفى الهند تبلغ قيم أعلى وأدنى متوسط فى محطاتها بين  $22-32^{\circ}\text{C}$  والمدى فى حدود  $10^{\circ}\text{C}$  والمعدل السنوى مرتفع ويصل  $26^{\circ}\text{C}$  والحرارة عادة تكون أشد ارتفاعاً فى شهر أبريل ولكنها تنخفض فى الصيف نسبياً حيث أن سقوط المطر الموسمى الصيفى يعمل على تخفيض درجة الحرارة.

وفى البرازيل - وهى ممثلة لقارة أمريكا الجنوبية حيث تم فحص بيانات ٥ محطات مناخية - نجد أن متوسط أعلى درجات الحرارة يكون كبيراً ويتراوح بين  $24-30^{\circ}\text{C}$ ، وإن كان متوسط أدنى درجة حرارة يقل إلى  $14-21^{\circ}\text{C}$  وبذلك يقل المدى الحرارى بين  $8-12^{\circ}\text{C}$  ومن هنا فإن المعدل السنوى للحرارة أيضاً يكون مرتفعاً ويكون بين  $22-28^{\circ}\text{C}$  وهى قيم تبدو مرتفعة أيضاً. وفى لوس انجلس بالولايات المتحدة الأمريكية يكون المعدل السنوى للحرارة  $18^{\circ}\text{C}$  حيث المناخ يكون من نوع البحر المتوسط، ومتوسط الحرارة العليا  $22^{\circ}\text{C}$  والدنيا  $12^{\circ}\text{C}$  والمدى يبلغ  $10^{\circ}\text{C}$ .

جدول رقم (٢١)

المواقع الفلكية والجغرافية للمحطات المدروسة

الدولة	الموقع الجغرافي والمناخى والنباتى	اسم المحطة	خط العرض	خط الطول	منسوب السطح
تشاد		نجامينا			
الهند	استبس جاف	جودبور	°٢٦.١٨	°٧٣.٠٠	م ٢٢٤
	مدارى حار	كوينباتور	°١١.٠٢	°٧٧.٠٣	م ٣٩٨
	موسمى حار فى الوسط الجنوبى	احمد اباد	°٢٣.٠٤	°٧٢.٣٨	م ٥٤
الولايات المتحدة		لوس انجلس	°٣٤.٠٣	°١١٨.١٤	م ٧٨
البرازيل	موسمى (معتدل)	بترولينيا	°٠٩.٢٣	°٤٠.٣٠	م ٣٧٥
سافانا فقيرة	على نهر ساو فرانسيسكو	برازيليا	°١٥.٥٢	°٤٧.٥٦	م ١٠٦٠
	مضيق فى الداخل أو متوسطة	ريودى جانيرو	°٢٢.٤٩	°٤٣.١٥	م ٦
	موسمى شرق القارات	ساوياولو	°٢٣.٣٧	°٤٦.٣٩	م ٨٠٢
	موسمى شرق القارات	سانتا ماريا	°٢٩.٤٣	°٥٣.٤٣	م ٨٥
	موسمى شرق القارات + صينى				
استراليا		بروكن هل	°٣٢.٠٠	°١٤١.١٥ ق	
		ولجا ولجا	°٣٥.١٠ ج	°١٤٧.٤٠ ق	
		هاى	°٣٤.٥٢ ح	°١٤٤.٥٠ ق	
		نيل	°٣٦.٣٠ ح	°١٤١.٤٠ ق	

## جدول رقم (٢٢)

الخصائص الحرارية لمحطات المناطق المطيرة والتي تتعرض لأحداث الجفاف بالدرجة المئوية ولفترة تتراوح بين ٥٠ - ١٠٠ سنة باختلاف المحطات (بالمئوي)

الدولة	اسم المحطة	متوسط أعلى درجة حرارة	متوسط أدنى درجة حرارة	المدى الحرارى	المعدل السنوى للحرارة	أعلى متوسط عام للحرارة الشهرية م
تشاد	نجاسينا	٣٥,٧	٢٠,٤	١٥,٣	٢٣,٦	٤١ أبريل
الهند	جودبور	-	-	-	٢٦	٣٤ يونيو
	كوينباتور	٣١	٢٢	٩	٢٦	٣٠ أبريل
	احمد اباد	٣٢	٢٢	١٠	٢٧	٢٣ مايو
الولايات المتحدة	لوس انجلس	٢٢	١٢	١٠	١٨	٢٧ اغسطس
البرازيل	بترولينا	٣٢	٢١	١١	٢٦	٢٧ ربيع وخريف
	برازيليا	٢٧	١٥	١٢	٢١	٢٢ اغلب السنة
	ريودى جانيرو	٣٠	٢٠	١٠	٢٥	٢٨ يناير وفبراير
	ساوباولو	٢٤	١٦	٨	٢٠	٢٣ يناير حتى مارس
استراليا	سانتا ماريا	٢٥	١٤	١١	١٩	٢٣ ديسمبر ويناير
	بروكن هل	٣٢,١	٦,١	٢٦	٢١	٤٢,٢ يناير
	واجا واجا	٢٩,١	٤	٢٥,١	١٨,٩	٣٩,٧ يناير
	هاى (ميلرستريت)	٣١,٨	٥,٤	٢٦,٤	٢٠,٧	٤١,٦ يناير
	نيل NHill	٣٢,٢	٦,١	٢٦,١	٢١	٤١,٢ يناير

وفى استراليا كما هو فى جدول (٢٢) يلاحظ ارتفاع متوسط أعلى درجات الحرارة بشكل ملفت بحيث تتراوح بين ٢٩ - ٣٢,٢ م ولكن متوسط أدنى درجات الحرارة يكون أيضاً منخفضاً بشكل ملفت بحيث تتراوح بين ٤ - ٦,١ م فقط ولهذا يسجل المدى الحرارى بها أعلى القيم كما فى الجدول (٢٢)، وتتراوح بين ٢٥ - ٢٦,٥ م. ويلاحظ أن أعلى درجات الحرارة شهوراً فى السنة هو يناير حيث

## الصيف الجنوبي (الشتاء الشمالى).

ومن خلال تتبع الموجات الحرارية القاسية المرتفعة سنوياً فى استراليا منذ منتصف القرن العشرين حتى العقد الأول من القرن الحادى والعشرين (١٩٧٠-٢٠٠٩) لمدة ٤٠ سنة وجد أن هذه الموجات يزيد تكرارها فى صحراء سمبسون والنطاق الشرقى والجنوبى الشرقى والنطاق الغربى وتتراوح بين ٣-٧ أيام / كل ١٠ سنوات فى معظم أرجاء استراليا.

وهكذا يبدو أن أعلى الحرارة تكون فى الصيف بشكل عام سواء الصيف الشمالى أو الصيف الجنوبى، وأن أدنى درجات الحرارة فى السنة تكون فى الشتاء الشمالى أو الشتاء الجنوبى، حيث تشتد الحرارة صيفاً وتتخفئ بشدة شتاءً ويصبح بذلك المدى الحرارى بها كبير للغاية.

وبشكل عام تم رصد المناطق التى حدث بها ارتفاع درجات الحرارة فى العالم وهى فى شكل (٤٤) على النحو التالى : فى شمال آسيا، شرق أوربا، وسط أفريقيا، شمال وشمال غرب أمريكا الشمالية، والسهول الوسطى بالولايات المتحدة، النطاق الجبلى وسط أمريكا الجنوبية، وفى الوسط الشرقى فى استراليا.

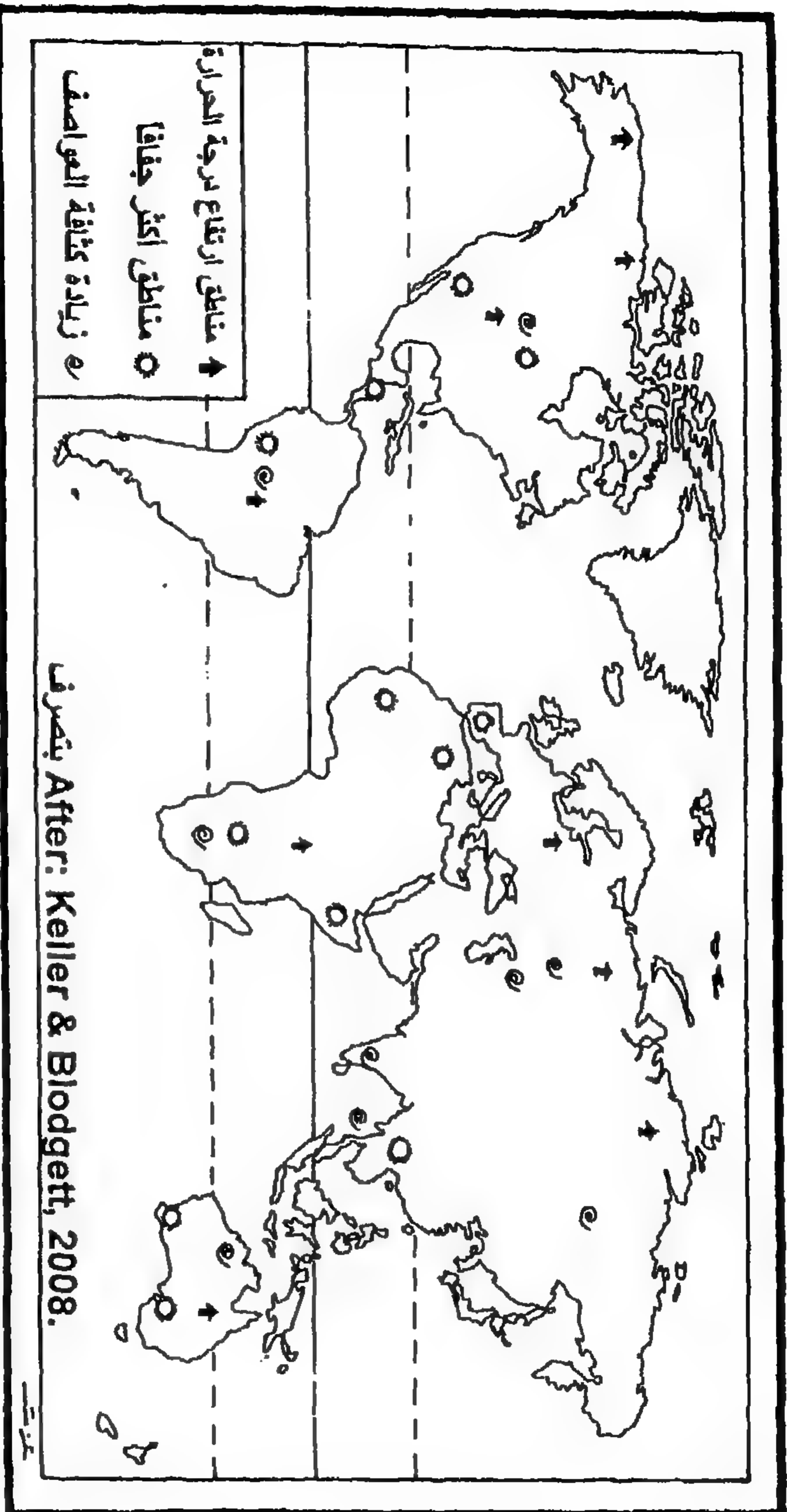
## خصائص المطر فى الأراضى الجافة والقاحلة :

فى دراسة المطر هنا سوف تكون التعرف على :

- أعلى كمية مطر فى الفترة.

- أقل كمية مطر فى الفترة.

- المتوسط العام للمطر.



التوزيع المكاني للمناطق الأكثر جفافاً Drought وزيادة العواصف وارتفاع درجات الحرارة في العالم  
شكل (٤٤)

أولاً : المطر فى المناطق القاحلة والصحارى :

### (١) الصحارى الداخلية :

تتميز الصحارى الداخلية بندرة المطر. ففي صحراء الهند فى راجستان يدور التساقط حول ٢٠٠ ملليمتر، وفى السعودية فى حائل متوسط التساقط للفترة ٧٥-١٩٨٨ وصلت ١٣٨,٨ ملليمتر، ولم يزد المتوسط فى القاهرة عن ٢٤,٥ ملليمتر. وفى الصحراء البرازيلية الجبلية وسط أمريكا الجنوبية سجل المطر إنخفاضاً إلى ٢٠ ملليمتر، وفى أمريكا الشمالية كانت أدنى القيم المطرية فى الصحارى وتراوح بين ٨ - ٩ ملليمترات كما فى جدول (٢٣).

### جدول (٢٣)

قيم المطر فى مناطق الصحارى الداخلية فى قارات العالم بالملليمتر

الفترة	القارة	الدولة	المحطة المناخية	متوسط التساقط	أعلى تساقط	أدنى تساقط	أعلى الشهور فى الفترة
١٩٨٨/٧٥	آسيا	الهند	جايسلمر	٢١٩	-	-	٩٠ يولية
		السعودية	حائل	١٣٨,٨	٣٢٤,٩	٣٣,٤	
		مصر	القاهرة	٢٤,٥	-	-	
	أفريقيا	الولايات المتحدة	بليث	٨,٦	-	-	٢ يناير
		الولايات المتحدة	بارستو	٩,٢	-	-	
١٢ سنة	أمريكا الجنوبية	البرازيل	فلورنشيا	٢٠	-	-	٢ يناير
		-	-	-	-	-	

القاهرة فقط عن محمود عبد الفتاح ٢٠١٠، والباقي من تجميع المؤلف.

وبهذا يتضح قلة التساقط فى الصحارى الداخلية بشكل عام.

ويلاحظ أنه حتى فى داخل المناطق القاحلة فى المحطة الواحدة تتفاوت أحوال التساقط فى فترته وفى كميته. فقد وصلت نسبة أقل قيمة فى حائل إلى أعلى قيمة مطر ١ : ١٠٠ وهذا يظهر التفاوت الكبير فى التساقط السنوى.

والصحارى المعتدلة تشبه إلى حد كبير الصحارى الحارة فى قلة كمية التساقط السنوى من الأمطار والتي تتراوح فى المحطات المناخية المختلفة ما بين ٣٨ - ١٣٥ ملليمتر، وهى فى ذلك لا تقل فى جفافها وقحولتها عن الصحارى الحارة.

وبناءً على هذا التفاوت المطرى جاء تيفى (Tivy, 1993, p.232) بتقسيمه وتصنيفه للأراضى القاحلة إلى درجات حسب كمية التساقط وهو على النحو التالى:

#### جدول (٢٤)

تقسيم تيفى الكمي لدرجات وحدود الجفاف والقحولة

الصفة	الحدود	كمية المطر بالملليمتر
قاحلة	العليا	٤٠٠ - ٣٠٠
	الوسطى	٣٠٠ - ٢٠٠
	الدنيا	٢٠٠ - ١٠٠
شديدة القحولة	العليا	١٠٠ - ٥٠
	الوسطى	٥٠ - ٢٠
	الدنيا	٢٠ - صفر

وحسب الحدود السابق ذكرها والقيم المحددة فإن الصحارى الحارة تعتبر شديدة القحولة أو تكون قاحلة، ولكن يغلب عليها أنها شديدة القحولة حيث أن ٤

محطات تتسم بصفة شديدة القحولة في جدول (٢٤) بينما توجد محطتان من درجات التصنيف من نوع القاحلة فقط (في الهند والسعودية : وهما جايسلمر وحائل).

ولا يقتصر الأمر في المناطق الجافة والقاحلة على قلة أو ندرة الأمطار فقط، وإنما يتعداه إلى تذبذب سقوط الأمطار أيضاً ، وتوزعه على فترات زمنية متباعدة، وقلة الكمية الساقطة في كل رخة من رخات المطر. لذلك نجد أن ما يسقط في صحراء جوبي في اليوم الممطر الواحد ٤,٥١ ملليمتر ، وفي صحراء شمال أفريقيا ٣,٨٣ مم، وفي كلهاى ٩,٥٥ ملليمتر، وفي الإقليم الجاف في بتاجونيا بالأرجنتين ٥,٤١ مم (Smith & Warke, 1997, P. 30) ، وهذا يدل على وجود تفاوت كبير في نظام التساقط السنوى والشهرى بالمناطق المختلفة قيد الدراسة. ولما كان التفاوت أو مقدار التغير في التساقط في المناطق المختلفة قيد الدراسة لا يتعدى ٥٠% عن المعدل سواء بالزيادة أو النقصان ، لذا نجد أن مقدار التفاوت في بعض المحطات المناخية بالمملكة العربية السعودية والتي تبلغ ٨١,٣% في المدينة المنورة، وفي جدة ٨٣% وفي ينبع ١٣٣% ، (طلبة ٢٠٠٢، ص ص ١١٠-١١٢) تعكس التفاوت الشديدة لكميات التساقط في أرجاء واسعة بشبه الجزيرة العربية .

## (٢) الصحارى الساحلية :

يلاحظ من جدول (٢٥) أن الصحارى الساحلية قليلة التساقط، فأعلى التساقط يتراوح بين ١٠٠ - ٢٠٠ ملليمتر/ السنة، وأدنى قيم التساقط تنخفض بدرجة كبيرة لدرجة انعدام المطر في بعض السنوات وتسجيله قيمة صفرية. ويتراوح المتوسط العام للتساقط بين ١٥ - ٨٥ ملليمتر. وهى قيم تنخفض بدرجة كبيرة وبشكل واضح. ولما كانت نسبة أقل قيمة مطر إلى أعلى قيمة مطر عبر فترات طويلة من السنوات قد وصلت في جيزان ١ : ٣٦ فإن هذا يعكس التذبذب الشديد والواضح في سقوط المطر.

## جدول (٢٥)

خصائص المطر في بعض محطات الصحارى الساحلية بالمليمتر

الدولة	المحطة	أعلى قيمة	أقل قيمة	متوسط التساقط
السعودية	جدة	١٠٧,٤	صفر	٣٣,٧
	جيزان	١٩١	٥,٢	٨٤,٩
مصر	السويس	-	-	١٦,٤

البيانات الأصلية مجمعة عن وزارة الاقتصاد والتخطيط بالسعودية، ومحمود ٢٠١٠، ومعالجة المؤلف.

ولا تشذ الصحارى والمناطق الساحلية الجافة عن الصحارى القارية في قلة وندرة المطر، حيث نجد أن صحراء أتكاما غرب أمريكا الجنوبية ظروفها تصبح بدون أمطار، حيث أن الساحل مرتفع نسبياً في مقدار الرطوبة النسبية Relative humidity التي تبلغ في اكيكى ٨١% وفي كلاما ٤٨% والسحب نسبتها عالية وتبلغ نسبة تغطيتها للسماء ٧,٠ (James, 1926). والصحارى الساحلية في المناطق المعتدلة تنخفض فيها كمية التساقط أيضاً لأبعد الحدود حيث تتراوح ٣ - ٤٣ مليمتراً فقط وتشبه في ذلك صحراء جدة غرب المملكة العربية السعودية والسويس في مصر، وهذا يضعها ضمن المناطق شديدة القحولة في حدودها الوسطى والدنيا حسب الفئات التي وضعها تيفي Tivy عام ١٩٩٣.

### ثانياً : المطر في النطاق الجاف dry :

(١) إن المناطق التي تصيبها أحوال الجفاف تتلقى كميات كبيرة من الأمطار، ولعدة شهور، وأحياناً يكون المطر معظم شهور السنة.

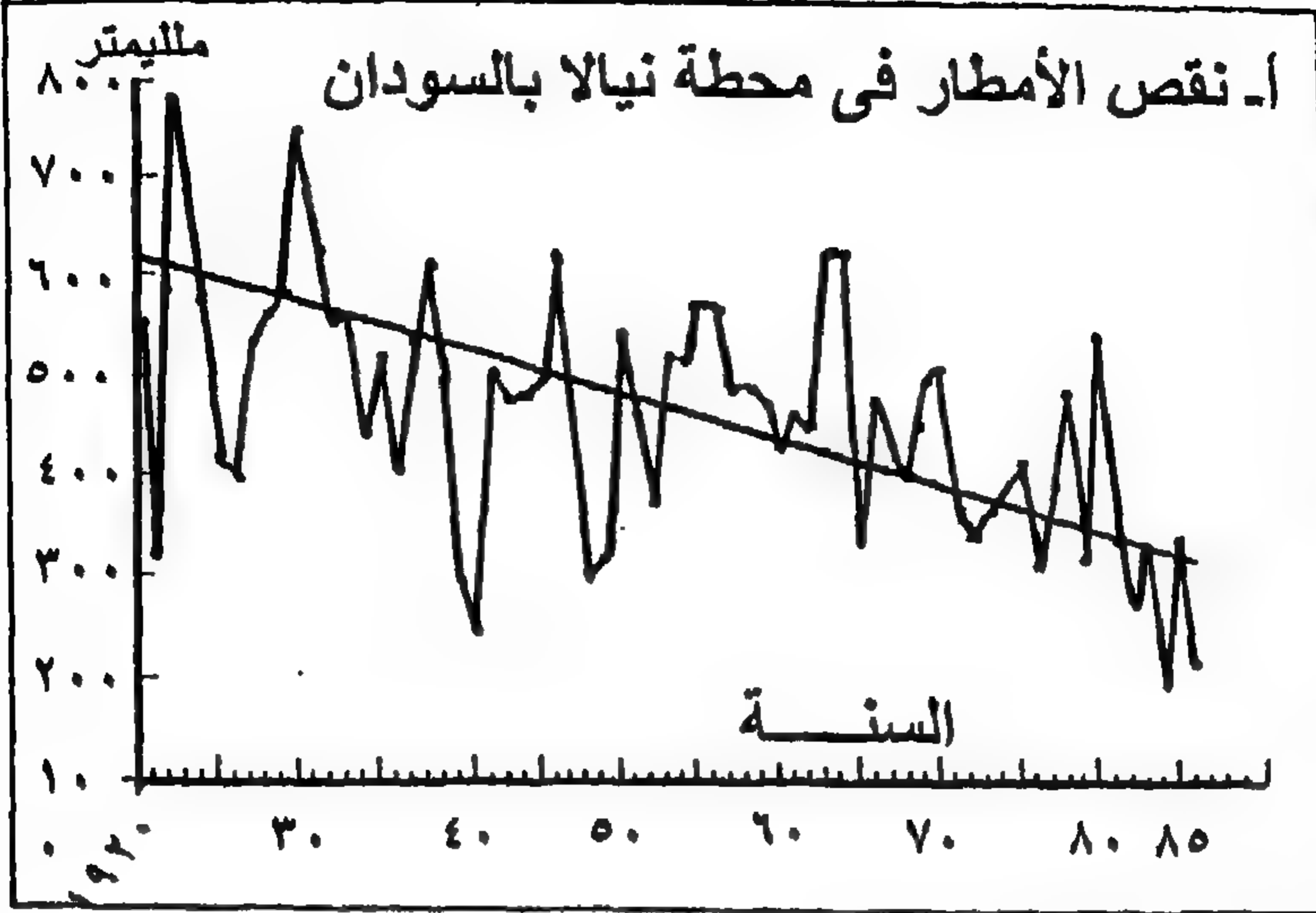
(٢) إن المناطق المطيرة تتأبها أحوال تقل فيها الأمطار بدرجات مختلفة فتتسبب في حدوث أحوال جفاف تتباين درجاته بين كل موجة جفاف وأخرى.

(٣) إذا أخذنا مثال من قارة أفريقيا - وهو تشاد - لتمثل أحوال المطر في إقليم

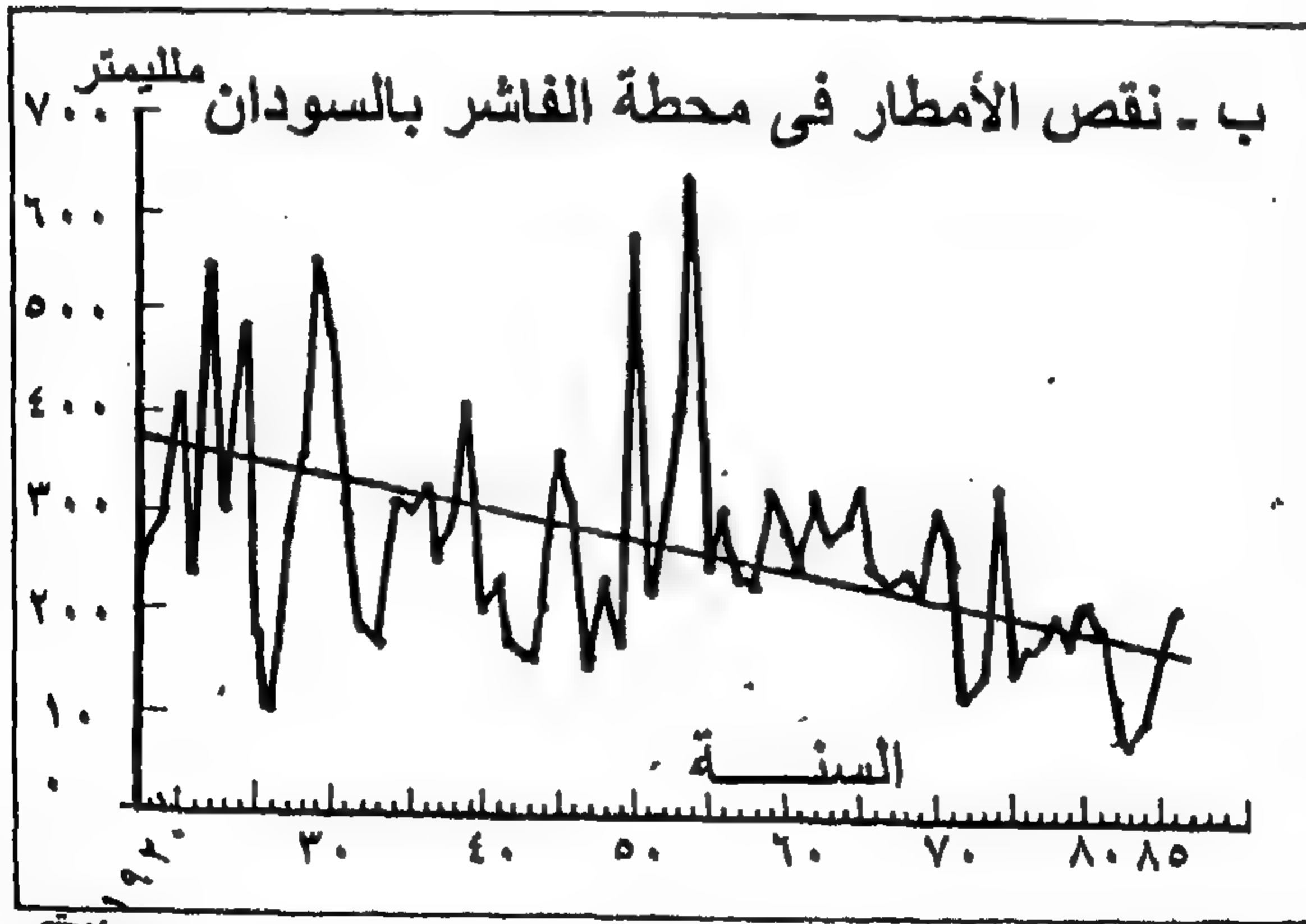
الساحل، ويمثلها محطة نجامينا نجد أن متوسط المطر ٦٢٥ ملليمترًا، ورغم أن كمية الأمطار تبدو كبيرة في نطاق السافانا هنا فإنه قد سجلت أقل كمية مطر في عام ١٩٨٤ حيث قل إلى ٢٢٥ ملليمترًا، وأكبر كمية سقطت كانت ٩٩١ ملليمترًا عام ١٩٥٩. وهذا يعكس التفاوت وحدته. كما أن كميات المطر في السودان في محطتي نيالا والفاشر قد تناقصت بشكل عام منذ ١٩٢٠ حتى ١٩٨٥ وباتجاه المنحنى نحو التناقص وهذا يعكس شدة التفاوت شكل (٤٥).

ونجد محطتين لرصد المناخ في السودان وهما نيالا والفاشر في الوسط الغربى للسودان قد أظهرتا معدلًا متناقصًا للأمطار خلال الفترة ١٩٢٠-١٩٨٥. فقد وصل معدل التغير السنوى في كمية الأمطار في محطة نيالا - ٤,٥٦ ملليمتر في السنة وفي محطة الفاشر بلغ معدل التناقص - ٢,٩٧ ملليمتر في السنة (المركز العربى لدراسة المناطق الجافة، ١٩٩٠، ص ٢٢٤) وكان هذا سببًا رئيسًا في حدوث موجات الجفاف، وظهور مشكلات التصحر التى تم التعرف عليها خلال القرن العشرين غربى السودان وفي شرقه أيضا (التركمانى، ٢٠٠٥، ص ٩٠) (٤) وإذا أخذنا الهند لتمثل أحوال الاستبس الحار والجاف فإنه يبدو من جدول (٢٦) أن متوسط المطر في جودبور ٣٧٢ ملليمتر وفي أحمد آباد ٧٦٠ ملليمتر. وفي الهند يلاحظ أن معامل اختلاف المطر (الانحراف المعياري ÷ المتوسط) × ١٠٠ يكون بشكل عام ١٥-٣٠% أى بين الجفاف العادى والخفيف. أما على مستوى المناطق والأقاليم فإنه (الاختلاف) في محطة جوجارات في إقليم راجستان حيث النطاق الصحراوى يزيد إلى ٥٠-٨٠%، بينما في وسط الهند خلف جبال الغات الغربية والتي تحجز الأمطار يصل الاختلاف أو التفاوت بين ٣٠-٥٠% (Gurjat & Jat, 2008, p.260)

وإذا أخذنا إقليم الساحل للتعرف على تباين المطر به فإنه يجب ان نعرف أن لفظ ساحل اشتق من كلمة عربية محلية تعنى الحافة - حافة الصحراء، لأن موقعها الجغرافى يمثل أحد الأقاليم الأشد حرارة في العالم وأحوالها المناخية مناخ شبه جاف semi arid ويغطى مساحة ٥ × (١٠) كم<sup>٢</sup> أى ٥ مليون كيلو متر مربع.



المصدر: اكساد ، ١٩٩٠ .



نقص المطر في بعض المحطات المناخية بالسودان  
شكل (٤٥)

جدول (٢٦)

خصائص المطر في الأقاليم الجافة في العالم بالملي متر

الدولة	المحطة	متوسط المطر
تشاد	نجامينا	٦٢٥
الهند	جودبور	٣٧٢
	كوينباتور	-
	أحمد اباد	٧٦٠
الولايات المتحدة	لوس انجلس	٣٥٠
البرازيل	بترولينا	٢١٠
	برازيليا	-
	ريودي جانيرو	١٠٩٠
	ساوباولو	١٣٥٠
	سانتا ماريا	١٤٦٠
استراليا	بروكن هل	٢٤٥,٥
	واجا واجا	٥٧٠
	هاى (ميلر ستريت)	٣٥١,٤
	نيل	٤٠١,١

ويتراوح متوسط المطر في النطاق الشمالى بإقليم الساحل ١٠٠-٤٠٠ مليمتراً على طول الهامش الشمالى ومعدل سقوط المطر يتميز بعجز وتباين كبير، ويصل هذا الاختلاف أو التباين ما بين ٢٥ - ٤٠% مما يقلل من الاعتماد على المطر (Smith & Petley, 2009, p.273)

وقد أصبح نحو ١٦% من مساحة الهند عرضة للجفاف، وأصبحت كميات الأمطار ومواعيدها غير منتظمة بالمرّة، وتأثرت كثير من روافد الأنهار بشبة القارة الهندية. كما أن ٧٧% من المقاطعات أصبحت الأمطار فيها أقل من ٧٥% من الكمية المعتادة في سقوطها سنوياً (أى قلت بنسبة ٢٥% أو يزيد) وهذه

المقاطعات تضم ٣٤% من المساحة الكلية المزروعة (Gurjar & Jat, 2008, p.268)

(٥) إذا أخذنا نموذجًا آخر في آسيا وليكن مدينة القدس نجد أن كمية المطر بها ٦٩,٣ سم (٦٩٣ ملليمتر) وعدد الأيام الممطرة في السنة نحو شهرين (٥٩ يوما) أي بمعدل نحو ١١ ملليمتر / يومياً. وباقي السنة جافة هذا من جهة. ومن جهة أخرى تظهر المشكلة الرئيسية في أمطار فلسطين وهي تذبذب كميات المطر. فهناك سنوات جفاف لا يسقط فيها المطر إلا ٦٠% فقط من التساقط في السنوات العادية، ويقل التذبذب كلما اتجهنا شمالاً ليصل إلى ٢٠% ويكون في الأجزاء الوسطى ٣٠%، والتذبذب يكون في مناطق السهول أكثر منه في المنطقة الجبلية أو الهضبية.

(٦) سجلت في الولايات المتحدة كمية الأمطار في لوس انجلس بمتوسط ٣٥٠ ملليمتر، وتسقط هذه الكمية على مدى ٧ شهور أي بمعدل ٥٠ ملليمتر/ في الشهر ولذا فإن التساقط اليومي يكون قليلاً حيث تتوزع ٥٠ ملم / ٣٠ يوم. وإذا كان التساقط يتفاوت من وقت لآخر، فإنه توجد أيام أكثر مطراً من غيرها وشهور أيضاً تكون أكثر مطراً من غيرها ولذا يظهر التفاوت الزمني في التساقط، وكذلك التفاوت في الكمية من عام لآخر.

هذا وقد ذكرا (Gurjat & Jat, 2008, p.267) أن كثيراً من مناطق الولايات المتحدة تقع في قبضة الجفاف في الوقت الحالي بسبب العجز في كفاية الأمطار خلال الـ ٤٠ سنة الماضية، واخترق الجفاف كلورادو ونيو مكسيكو واريزونا وداكوتا وتكساس وجورجيا وكان أخطرهما في الفترة ١٩٣٠ - ١٩٥٠ والتي تحول بسبب هذا الجاف ٣,٢ مليون فدان من الغابات إلى رماد وحدث عجز مائي في المدن مثل جورجيا واثلاثا ولم يحصل السكان على المياه إلا ٣ أيام في الأسبوع.

(٧) إن أحوال المطر في قارة استراليا في المناطق الرطبة قد اتضح من خلال تحليل بيانات ٤ محطات مناخية كما في جدول (٢٧) أن كميات المطر قد تراوح متوسطها السنوي بين ٢٤٠ - ٤٠٠ ملليمتر في مناطق شرق وجنوب

شرق وشمال شرق استراليا، وهى كميات تبدو كبيرة.

ويلاحظ أن كميات المطر تتفاوت من سنة لأخرى، ومن هنا فإن قيم الانحراف المعيارى ونسبة الاختلاف السنوى فى المحطات الأربعة جاءت على النحو التالى :

### جدول (٢٧)

التحليل الكمي للأمطار فى محطات شرقى استراليا

المحطة	المتوسط السنوى مم	الانحراف المعيارى	نسبة الاختلاف
بروكن هل	٢٤٥,٥	٨٨,٥	%٣٦
واجا واجا	٥٧٠	١٤٨,٥	%٢٦
هاى	٣٥١,٤	٩٥,٨	%٢٧
نيل	٤٠١,١	٨٣,٢	%٢١

ويبدو من القيم السابقة للتحليل الكمي أن اختلاف كميات المطر من سنة لأخرى هى نسب متوسطة إلى عالية، وبالتالي يتسبب عن هذا النقص أخطار بيئية. لهذا فإن استراليا غالبًا ما تواجه حالات الجفاف، فأراضيها ٧٥% منها صحارى. وفى نهاية القرن ١٩ وبداية القرن العشرين تعرضت استراليا لأحوال الجفاف فى الفترة ١٨٩٥ - ١٩٠٢، وبتكرار الجفاف أكثر من مرة ووصولاً حتى ١٩٢٠. نقصت المساحات المزروعة (Gurjar & Jat, 2008, p.267). وواصلت أحوال نقص المطر فى فترات متقطعة حتى عام ٢٠٠٨، كما يظهرها شكل (١١) الذى يعكس تغير كميات المطر السنوى فى محطة هاى (هاى ميلرستريت) فى استراليا.

(٨) إن قارة اوربا لم تسلم أيضاً من أحوال الجفاف المطرى. فقد حدث جفاف فى

إنجلترا في عام ١٨٧٥-١٩٧٦ وقلت كمية المطر إلى ٤٠% قياساً على معدل التساقط السنوي مما أوجد أزمة مائية (Ibid, p.267).

• أن تفاوت التساقط يكون عالياً في الوسط والوسط الشرقي والوسط الغربي والجنوب الغربي - خاصة في الصحاري المختلفة المكونة للصحراء الاسترالية.

• يقل التفاوت في درجات الحرارة في استراليا نسبياً بالاتجاه نحو الشرق والجنوب الشرقي حيث يشتد التساقط ويغزر المطر، ويشبهه الحال في الجنوب الغربي حيث ظروف المناخ الصيني في الحالة الأولى ومناخ البحر المتوسط في الحالة الثانية.

• يزيد التفاوت بالاتجاه من الساحل الشمالي نحو الجنوب، حيث نتجه من المناخ الاستوائي وشبه الاستوائي إلى مناخ إقليم السافانا ذو المطر الصيفي (في نصف الكرة الجنوبي) والذي تقل كمياته بالاتجاه نحو الداخل فيشتد التفاوت في تساقط المطر.

### شدة التبخر:

نظراً لارتفاع الحرارة معظم السنة في العروض الدنيا التي تتوزع فيها الأراضي القاحلة والصحاري الحارة والمناطق الجافة وشبه الجافة حولها، مع قلة التساقط كما سبق الذكر، فإن للتبخر أصبحت معدلاته وكمياته تفوق كمية التساقط. وإذا أخذنا الصحاري الحارة مثلاً في استراليا نجد أن معدل التبخر في محطة أليس سبرنجز يبلغ حوالي ٢٤١٣ ملليمتر (٩٥ بوصة) في السنة وهو مقدار يبلغ نحو ١٠ أمثال التساقط من الأمطار، ويسقط في شمال أفريقيا نحو ٢٥ ملليمتر (١ بوصة فقط) بينما التبخر يبلغ ٥٥ بوصة (والطون، ١٩٧٨، ص ص ٦١-٦٢) وفي قارة آسيا في شبه الجزيرة العربية سقط في المدينة المنورة (في الفترة ١٩٦٠-١٩٩٠) ٤٨ ملليمتر، بينما معدل التبخر السنوي في الفترة (١٩٨٦-٦٨) وصل ١٣٥,٣ ملليمتر (طلبة، ٢٠٠٢، ص ١٢٠) أي أن التبخر يبلغ ٣-٤ أمثال التساقط.

وإذا أخذنا مثالين آخرين : الأول فى شرق المملكة نجد أن متوسط المطر فى الأحساء فى الفترة ٦٩- ١٩٩٦ يبلغ ١٨١,٣ مم بينما معدل التبخر السنوى يبلغ ٣٣٣١ مم (الطاهر ، ١٩٩٩ ، ص ص ١١١-١١٢) أى أن التبخر يزيد عن المطر بنحو ١٨ مرة، وذلك بسبب شدة الإشعاع الشمسى، ونجده فى منطقة توشكى فى جنوب مصر يبلغ ٥-٥,٥ متر / السنة (Vogg & Wehmier, 1985) أى أنه يزيد ٣٣٣٠ مرة عن مقدار المطر.

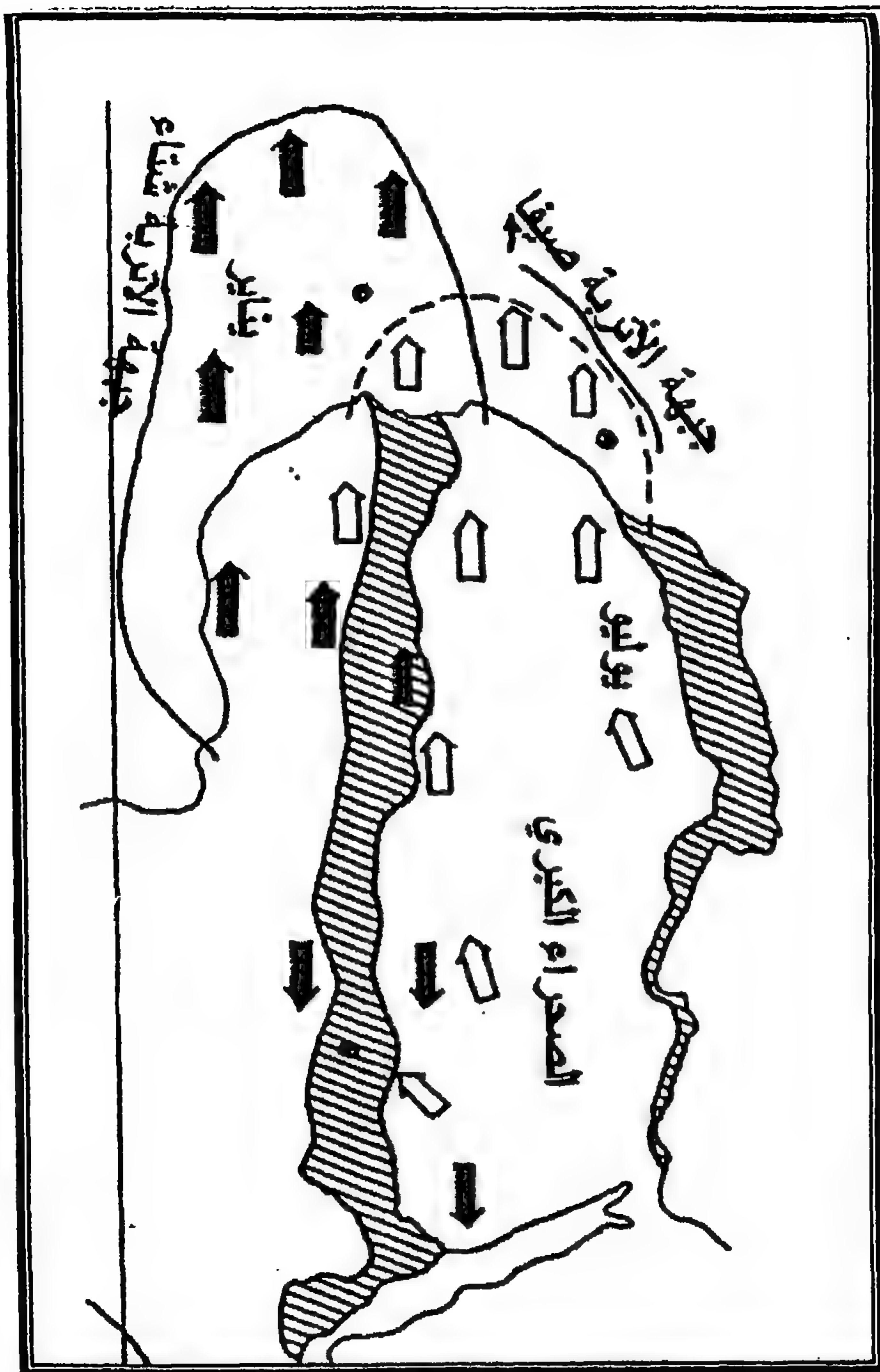
### نشاط العواصف الترابية:

تعتبر العواصف الترابية والرملية والغبارية من السمات المميزة لمناخ الأراضي الجافة ، حيث توجد فترة طويلة ينعلم فيها سقوط الأمطار ، وتبدأ التربة فى الجفاف وتتسبب الرياح فى حمل الرواسب الناعمة وإثارة الغبار والأتربة . ويتكون بذلك مظهر العواصف الترابية.

وهناك أنواع من الرياح تأخذ مسميات عدة فى مختلف قارات العالم تمثل رياحاً حاملة للأتربة . ففي قارة آسيا نجد منها : مثلاً بلات جنوب الجزيرة العربية، وبوران فى جنوب شرق روسيا ، وكارابوران فى التركستان، والشمال فى حوض الخليج العربى ، ولوو Loo فى الهند، وسستان فى إيران على سبيل الذكر . أما فى القارة الأفريقية فمنها رياح الخماسين فى مصر والقبلى فى طرابلس بليليا والهبوب فى السودان ، والساحل فى المغرب ، وشيلي Chili فى تونس . وإذا انتقلنا إلى الأمريكتين نجد بها رياح بامبيرو فى الأرجنتين وفلكانوا فى الأرجنتين أيضاً، وبالوسير فى مواتانا ، وفى إيداهو بالولايات المتحدة، بينما فى استراليا توجد رياح بريكفيلدز ، وفى قارة أوربا نجد رياح كالينا فى أسبانيا ، وكوسافا فى المجر وسيروكو جنوب أوربا. (Goudie, 1978, 297)

وتسيطر العواصف الترابية على مناطق هبوبها محلياً وإقليمياً ، حيث تغطى المنطقة بالأتربة والغبار بما يحول دون الرؤية بسبب حملتها من الرواسب، وقد يمتد تأثيرها إلى أسطح المحيطات أو البحار المجاورة ، مثلما يحدث فى غربى الصحراء الكبرى وإقليم الساحل بالقارة الأفريقية حيث يمتد تأثير العواصف إلى المناطق الواقعة شرقى المحيط الأطلنطى ، كما هو الحال فى شكل (٤٦).

المصدر : U.N.1977



العواصف الترابية في شمال وغرب أفريقيا

شكل (٤٦)

## الفصل السابع

موارد المياه بالأراضى

الجافة والقاحلة



## موارد المياه بالأراضي الجافة والقاحلة

على الرغم من أن عجز موارد المياه والنقص الحاد فيها أحياناً هي من المحددات الأساسية للأراضي القاحلة والأقاليم الجافة إلا أن ذلك ليس معناه خلو مثل هذه المناطق من مورد المياه وفرص الحياة التي تعتمد عليها ، حيث توجد بها مياه سطحية من جهة وجوفية- قريبة من السطح أو بعيدة عنه من جهة أخرى، ولذا يمكن التعرف من خلال هذه الدراسة على مصادر المياه في الأراضي القاحلة والجافة ، ونعقبها بمعرفة الصور المختلفة والطرق العديدة التي يتم الحصول من خلالها على المياه لاستخدامها في جوانب الحياة البشرية المختلفة.

### • أولاً : مصادر المياه:

#### (١) المياه السطحية :

تخترق المناطق الصحراوية في العالم والأقاليم الجافة بها أنهار رئيسية في العالم، سواء في العروض المعتدلة ، أو العروض المناخية الحارة ، حيث تمثل هذه الأنهار مصدراً رئيسياً للتزود بالمياه والتي تخلق بذلك وأحات كبيرة في الصحارى المترامية الأطراف.

ففي الأراضي القاحلة بدرجاتها المختلفة والأراضي الجافة بأنواعها المختلفة في القارة الأفريقية توجد أنهار كثيرة في تصريفها المائي. ففي الشمال الأفريقي يوجد نهر النيل الذي يخترق العروض الاستوائية متقدماً نحو الشمال في الأراضي التي يصيبها الجفاف في الإقليم السوداني وواصل إلى المناطق القاحلة الممتدة في الصحراء السودانية والصحراء المصرية ليصب مياهه في إقليم البحر المتوسط الذي يتعرض لموجات جفاف أيضاً ، وهو يعتبر من أكبر الأنهار التي تتدفق في الأقاليم الصحراوية وشبه الصحراوية في العالم. وفي تونس يوجد نهر مجردة أيضاً في نطاق البحر المتوسط.

ويمتد نهر السنغال الذي ينبع من جبال فوتاجالون متجهاً نحو الشمال ثم إلى الغرب ليصب مياهه في المحيط الأطلسي ، وذلك في أفريقيا جنوب الصحراء حيث يمر في غينيا ومالي ثم بين الحدود الدولية لكل من السنغال وموريتانيا

ويعتبر نهر النيجر أكبر من نهر السنغال حجماً وأهمية في الجريان السطحي للأنهار الواقعة جنوب الصحراء ، حيث أنه ينبع أيضاً من جبال فوتاجالون ولكنه يأخذ إتجاهاً آخر، ويمر النهر بعدد من الدول مثل غينيا ومالي وداهومى والنيجر ونيجيريا، وتبلغ الكمية التي يصرفها ٢٦٨ كم<sup>٣</sup>/ من المياه سنوياً. أما نهر تشاد فهو يجرى بالمياه من الجنوب إلى الشمال عامة وينبع من هضبة بوتشى ومرتفعات الكمرون والهضبة الحديدية عند غربى السودان ويصب مياهه في بحيرة تشاد ، ولذا فإنه يخترق النطاق فيما بين ٧° - ١٣° ش أى النطاق شبه المدارى والمدارى شبه المطير في داخل القارة الأفريقية.

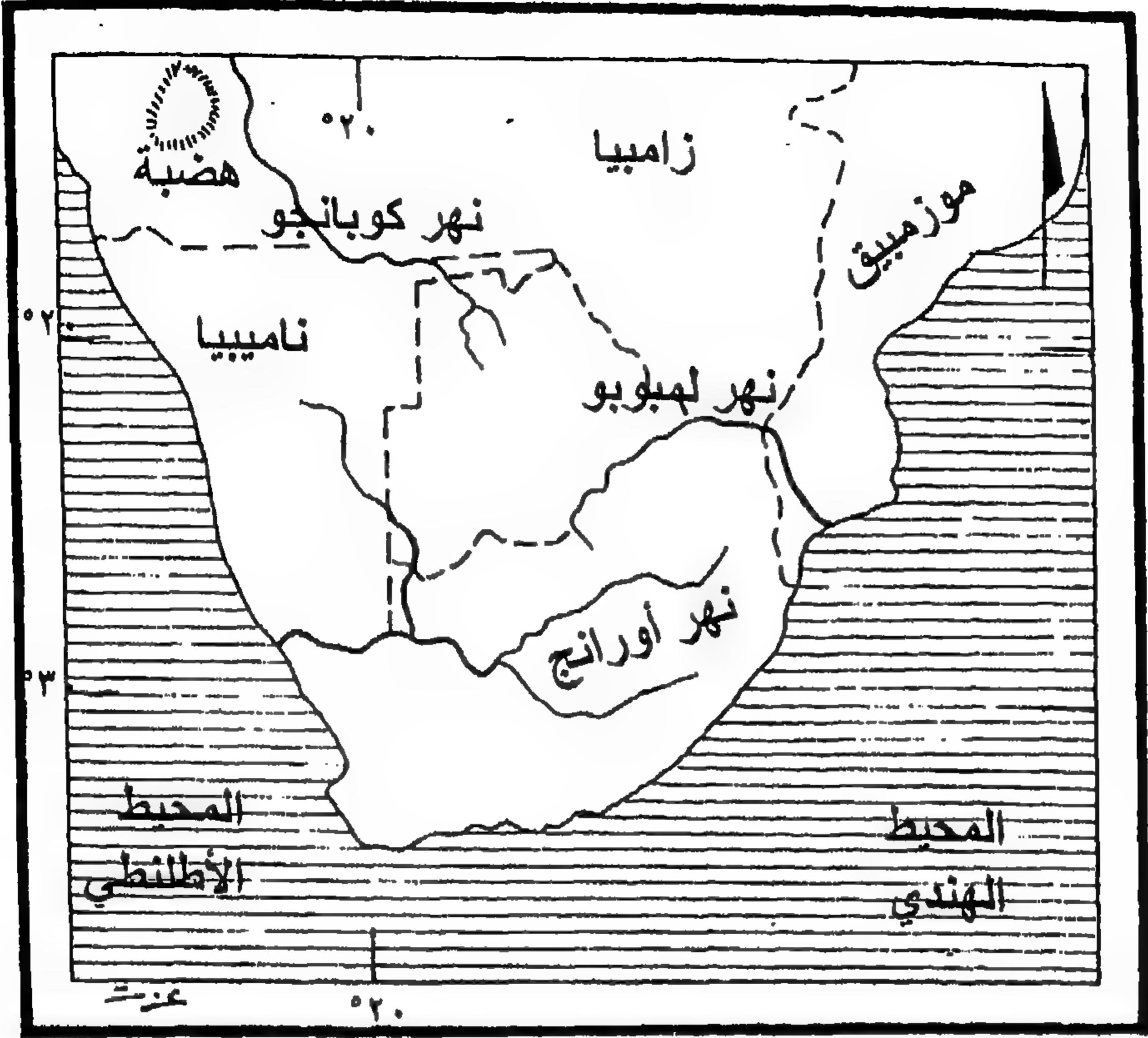
أما في جنوب أفريقيا فتوجد ثلاث أنهار ، الأول هو نهر لمبوبو ويصب في المحيط الهندي ويقطع صحراء كلهارى في جنوبها الشرقى ويتجه للشمال الشرقى ثم يغير اتجاهه نحو الجنوب الشرقى وبذلك يصبح شكله على هيئة رقم ٨ ويجرى في بتسوانا وموزمبيق ، ويزيد في كمية تصريفه السنوية عن نهر السنغال قليلاً والتي تبلغ هنا ٢٦ كم<sup>٣</sup> من المياه. والنهر الثانى يصب في المحيط الأطلنطى وهو نهر أورانج الذى يقطع جنوب غرب صحراء كلهارى في دول جنوب وجنوب غرب القارة ، وتقل كمية تصريفه إلى ١٥,٣ كم<sup>٣</sup>/ السنة. (Ibid.) شكل (٤٧).

بالإضافة إلى الأنهار السابقة توجد أودية جافة في أفريقيا تجرى بها المياه السطحية في شكل سيول مثلما يحدث الحال في أودية شبه جزيرة سيناء والصحراء الشرقية في مصر ، مثل سيول ١٩٩٤ ، ١٩٩٧ في مصر العليا والوسطى . وفي ليبيا توجد مجموعة أودية جافة تجرى بها المياه فترة من السنة وتصب في البحر المتوسط مثل أودية : سوفجين ، زمزم ، وأودية شرقى زمزم ، والتي تقطع صحراء سرت ، ووادي إمرة في شمال شرق ليبيا ، وبعض الأودية الجافة الأخرى ذات التصريف الداخلى مثل الوادى الفارغ ، وأمرأ ، وأودية أخرى في الجبل الأخضر تتحدر نحو الجنوب . أما في وادى درنة في الشمال الشرقى والبالغ

مساحة حوضه ٥٧٠ كم ٢ فإن تصريفه للمياه الناتجة عن جريان السيول يبلغ أحياناً نحو ٤٠٠ متر مكعب / الثانية الواحدة (الجميلى، ٢٠٠٢، ص ٩). أما فى السودان فتوجد أودية جافة منها أودية مديرية البحر الأحمر التى تصرف أكثر من ٠,٧٥ مليون م ٣ / سنوياً ، وأودية جبل مرة التى تصرف نحو ٧٥ مليون متر مكعب / السنة ويقع غربى السودان ، ويصرف وادى كاجا وبلبل فى جنوب دارفور ٣ مليون م ٣ / السنة . (التركماني ، ١٩٩٢ ، ص ١٩٦) . ويقدر ما يجرى بها سطحياً باستثناء نهر النيل ١٣٠ مليار م ٣ فى السنة.

وهناك أودية موسمية أخرى تجرى بها المياه فترة من السنة سواء فى جبال النوبة فى الغرب حيث يوجد أهم الأخوار وهو خور أبو جبل وتصرفه ٥٠ مليون م ٣ ، أو فى الشرق حيث يوجد خور القاش (ويسمى محلياً الجاش)، وتجرى به المياه الموسمية ٣ شهور من السنة ويصرف نحو مليار م ٣ فى السنة. ومن جبل مرة غرباً تتحدر عدة أودية موسمية على النحو التالى (اكساد، ١٩٩٠) :

إلى بحيرة تشاد	{	• وادى أزوم	ويصرف ٥٠٠ مليون م ٣ / السنة
		• وادى جندى	ويصرف ٣٥ مليون م ٣ / السنة
		• وادى كاجا	ويصرف ٢٢٥ مليون م ٣ / السنة
		• وادى سيرلونج	ويصرف ٧٠ مليون م ٣ / السنة
نحو بحر العرب	{	• وادى ابرة	ويصرف ٢٠٠ مليون م ٣ / السنة
		• وادى نبالا	ويصرف ٧٥ مليون م ٣ / السنة
		• وادى الكوع	ويصرف ١٠٠ مليون م ٣ / السنة
نحو بحر الغزال	{	• وادى الغلة	ويصرف ٦٠ مليون م ٣ / السنة
		• وادى شلنقو	ويصرف ١٠٠ مليون م ٣ / السنة
		• وادى البرداب	ويصرف ٦٥ مليون م ٣ / السنة



الأودية النهرية التي تقطع النطاق الجاف جنوب  
وجنوب غرب أفريقيا  
شكل (٤٧)

وفى آسيا تجرى فى الأقاليم الصحراوية والنطاقات الجافة وشبه الجافة مجموعة من الأنهار بعضها فى جنوب آسيا ينبع من الأقاليم الموسمية الصيفية مثل نهر السند والهوانج هو ونهر تاريم وبعضها الأخرى تجرى فى فترة الشتاء والربيع متأثرة بنظام سقوط أمطار نظام البحر المتوسط مثل دجلة والفرات وزيبرا فشان ونهر الأردن . كما تختلف كميات تصريف هذه الأنهار حسب ما هو موضح بجدول (٢٨).

### جدول (٢٨)

تصريف مياه الأنهار الرئيسية فى الأقاليم القاحلة والجافة

وشبه الجافة فى آسيا بالمليار م<sup>٣</sup>

اسم النهر	كمية التصريف	اسم النهر	كمية التصريف	اسم النهر	كمية التصريف
السند	٢٠٦	تاريم	٢٩	زيبرا فشان	٢,٦
دجلة والفرات	٧٧	كورم	٢٤,٣	شو	٢
أموداريا	٦٣,١	هى (هارى)	١٤,٨	زبهان	١,٩
هوانج هو	٤٧	هلمند	٦,٨	الأردن	١,١
سرداريا	٣٧,٨	سفرديروب	٤,١		

المصدر : After Zonn, 1986

وتوجد بعض الأودية الجافة فى آسيا تجرى بها المياه فترة من السنة أو كل عدة سنوات تجرى بها المياه، ومن أكثر المنطق كثافة بمثل هذه الأودية هى شبه الجزيرة العربية ، وأفغانستان وإيران، وشكل (٤٨).

وقد قدر بأن إجمالى كمية الجريان السطحى بأودية وأنهار أفغانستان ٥٠ مليار م<sup>٣</sup>/ السنة، بينما تصل فى إيران إلى الضعف أى ١٠٠ مليار م<sup>٣</sup>/ السنة، أما المملكة العربية السعودية فهناك العديد من أودية الحجاز وعسير تعرف بأودية

تهامة، وأكثرها أهمية من الناحية المائية أودية : تعشر، الليث، حلى، يبا، خُلب كما  
فى جدول (٢٩).

### جدول (٢٩)

كميات المياه السطحية (سيول) فى بعض أودية تهامة جنوب غرب السعودية

اسم الوادى (تهامة الجنوبية)	المعدل السنوى للسيول بالمليون م <sup>٣</sup>	اسم الوادى (تهامة الشمالية)	المعدل السنوى للسيول (لكل سنتين بالمليون م <sup>٣</sup> )
شدان	١٠٥	الليث	٤٠,٧
صبيا	١٩,١	حلى	٨٧,٩
قبة	١٥,٤	يبا	٤٢,٣
خُلب	٢٩,٤	قنونة	٢٧,٨
تعشر	٦٨,٢	احسبة	١٦,٩
بيعى	١٤,١	دوفة	١٦,٩
		الشاقة اليمانية	١٤,٣
		الشاقة الشامية	٢,٥

المصدر : عثمان، ١٩٨٣، ص ص ١٩٧-٢٠٠ بتصرف.

وفى أمريكا الشمالية يقطع نهر كلورادو النطاق الصحراوى والنطاق الجاف  
فى أمريكا الشمالية وذلك فى الركن الجنوبى الغربى منه مكوناً دلتاً كبيرة عند رأس  
خليج كاليفورنيا ، فى حين تقطعه منابع أنهار بلات وأركنساس فى ركنه الشرقى،  
وفى المكسيك يقطع هذا النطاق منابع نهر ريوجراند الذى يصرف ١٨ مليار متر  
مكعب / السنة بينما يزيد تصريف نهر كلورادو إلى ٢٣,٤ مليار م<sup>٣</sup> فى السنة.



الأنهار في النطاق الجاف وسط آسيا  
شكل (٤٨)

أما في أمريكا الجنوبية فتوجد المياه السطحية في صحراء أتكاما في المناطق المرتفعة على سفوح جبال الأنديز أو في الخنادق الأكثر عمقا بالمجاري النهرية على طول امتداد حوض جبال الأنديز (James, 1926, P. 209) وكثيراً ما تحدث السيول في شمال غرب بيرو حيث تجري الأودية بالمياه والتي تفيض فيها المياه ما بين ٢-٣ مرات كل قرن من الزمان (Hills et al., 1966)

وفي استراليا تتمثل موارد المياه السطحية في المناطق الصحراوية والأقاليم الجافة في نهري مري ودارلنج الذي يصرف كمية تبلغ تقريباً نفس الكمية التي

يصرفها نهر كلورادو في أمريكا الشمالية أو تزيد قليلاً حيث تبلغ ٢٣,٦ مليار م<sup>٣</sup>/السنة (Zonn, 1986). يضاف إلى نهر مري في استراليا وجود حفر وعائية كبيرة Large potholes في الهضبة الأسترالية خاصة في سفوحها الشمالية ، وتنتج هذه الحفر ٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ جالون للحفرة التي تتلقى أمطار (Clapp, 1926, P. 216)

## (٢) المياه الجوفية :

توجد المياه الجوفية تحت أسطح الصحارى القاحلة وشبه القاحلة ، وفي بطون أوديتها ، كما توجد أيضاً تحت أسطح الأراضي الجافة dryland متخللة طبقات الصخور الرسوبية أو تحت الرواسب المفككة ، وقد تتخلل الرواسب الرملية التي كثيراً ما تختزن الرواسب، وقدرت كمياتها في العالم كله ٧ - ٦٠ كم<sup>٣</sup>.

وتوجد المياه الجوفية في طبقات صخرية حاملة للمياه التي قد تختزن بين الطبقات في شكل مياه حفرية أو تكون مياهاً متحركة بين الطبقات بسرعات بطيئة للغاية تعد بعشرات الأمتار في السنة.

وإذا تناولنا قارة أفريقيا على سبيل المثال نجد أن المياه الجوفية ليست طبقة مائية واحدة وإنما عدة طبقات . ففي مصر نجد أن المياه في الصحراء توجد في الخزان الجوفي النوبي Nubian-Aquifer وهو جزء من الحوض الجوفي النوبي في شمال أفريقيا ، وتوجد المياه الجوفية في مصر في الطبقات العليا على عمق ٣٠ - ١٥٠ متراً ، بينما الآبار العميقة تحصل على مياهها من أعماق تتراوح بين ٣٠٠ - ١٢٠٠ متر في الصحراء الغربية بدءاً من الخارجية حتى الواحات البحرية (Hemida, 1970, P. 100).

أما في منطقة جلايب جنوب شرق مصر في الصحراء الشرقية فتوجد بها المياه الجوفية على أعماق ما بين الأمتار القليلة إلى عشرات الأمتار ، بعضها مياه في صخور نارية ومتحولة بين الشقوق ، بالإضافة إلى مياه الحجر الرملي غربى البحر الأحمر (عبدالرحمن ، ١٩٩٧ ، ص ص ٦٥ - ٦٦). أما أسفل رواسب وادي النيل ودلتاه فيوجد نحو ٢,٩ مليار م<sup>٣</sup> (بترجي، ١٩٩٢، ص ١٢٢).

ويلاحظ أن الكمية أكثر في السودان عنها في مصر حيث تبلغ ٢٠,١ مليار م<sup>٣</sup> كما في جدول (٣٠) . وتوجد أحواض عديدة للمياه الجوفية في السودان ، بعضها في الشرق مثل حوض عطبرة وحوض النيل الأزرق ، وبعضها غربي النيل مثل حوض كردفان ، والنهود ، وسباق النعام ، أما في الشمال فيوجد حوض نيل الصحراء وحوض الصحراء النوبية ، حسب مسميات برنامج مكافحة زحف الصحراء لهذه الأحواض، والتي وصل عددها ١٢ حوضاً جوفياً (التركماني ، ١٩٩٢ ، ص ص ٢٠٢ - ٢٠٤).

وقد وجدت المياه الجوفية في ليبيا في عدة أحواض أيضاً منها في الشرق حوض الكفرة، ثم حوض السرير إلى الشمال منه، ثم حوض الجبل الأخضر في أقصى الشمال. أما في القسم الغربي من ليبيا فتوجد خمسة أحواض تتوزع من الجنوب إلى الشمال: حوض مرزوق ، وحوض الحمادة الحمراء، ثم حوض غرب سرت، ثم حوض سؤف الجيني، وأخيراً حوض الجفارة في الركن الشمالي الغربي من ليبيا كما في شكل (٤٩).

أما في وسط كل من تونس والجزائر فيمتد تحت الصحراء حوض يعرف باسم حوض شمال الصحراء والذي يتصل جزئياً بحوض أودني - تنزرفت الواقع إلى الجنوب الغربي منه والممتد إلى الجزائر ومالي. وإلى الغرب من أفريقيا يوجد حوض الصحراء الغربية ، وحوض السنغال - موريتانيا ، بينما في غرب المملكة المغربية يوجد في المنطقة الساحلية حوض جوفي صغير وفي وسط أفريقيا إلى الجنوب من الصحراء يوجد حوض تشاد الذي يتصل بحوض آخر إلى الغرب منه وهو حوض النيجر كما في شكل (٥٠).

وفي تونس يوجد بالطبقة العميقة كمية إنتاج ٥٠١ مليون م<sup>٣</sup> / السنة، بينما الطبقة السطحية أو العليا تنتج ١٣٣ مليون م<sup>٣</sup> / السنة (Ledden, 1975, p.165) وجملة المياه المخزونة ٦ × (١٠) م<sup>٣</sup> أي نحو ١٠٠٠٠ مليار، والطبقة الحاملة للمياه معزولة عن صخور القاعدة المركبة، وتتغذى من الطبقة القارية (أي من الصخور الرسوبية) وقدّر تصرفها ١٠٠٠ م<sup>٣</sup> / ث (الثانية)، ولذا فإنها يمكن أن تكفي لمدة ٢٠٠٠ سنة (Gishler, 1976)، ونوعية المياه الجوفية تتراوح ما بين المياه الجيدة والمياه متوسطة الجودة، كما في شكل (٥١).



الأحواض المائية الجوفية الكبرى في ليبيا

شكل (٤٩)

### جدول (٣٠)

كمية مياه الجريان الجوفي في الدول القاحلة وشبه القاحلة بالمليار م<sup>٣</sup>/ السنة

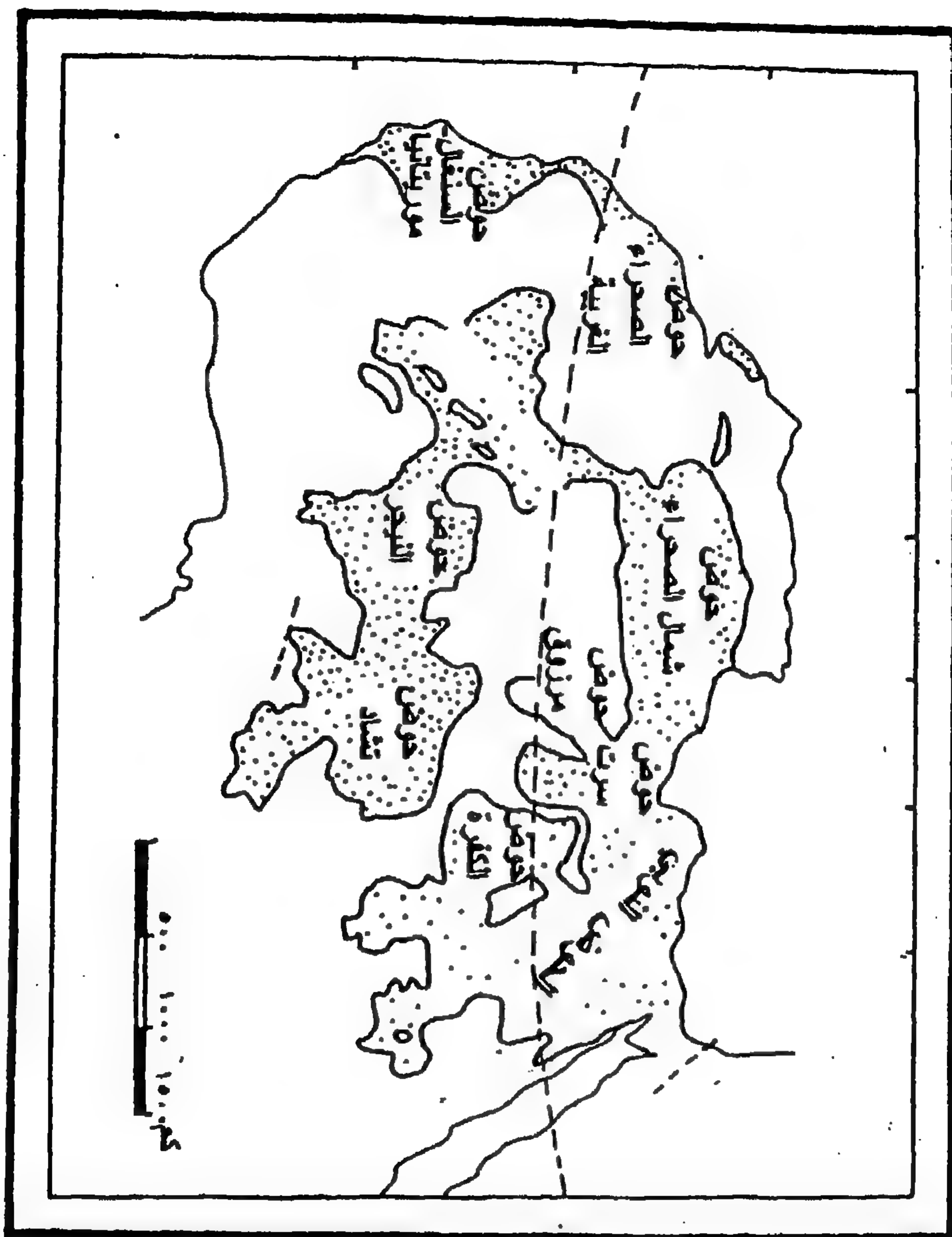
الدولة	كمية المياه	الدولة	كمية المياه	الدولة	كمية المياه	الدولة	كمية المياه
منغوليا	٢٣	تونس	١,٣	مالي	١٦	ناميب	١,٦
أفغانستان	٢٩	الجزائر	٧	النيجر	٤	بتسوانا	١,٨
إيران	٦٦	المغرب	١٢,٦	بروكينا فاسو	٧	الولايات المتحدة	٨٥
العراق	١٣	ليبيا	١,٧	تشاد	١١,٥	المكسيك	١٣٩
سوريا	٥	مصر	٠,٥	لثيوبيا	٤,٤	الأرجنتين	١٢٨
شبه الجزيرة العربية	٦,٢	السودان	٢٠,١٤	الصومال	٣,٣	استراليا	٢١٨,٥
باكستان	٢٤	الصحراء الغربية	٠,٣	كينيا	١٤		
		موريتانيا	٢	تنزانيا	٢٣		

المصدر : مستخرجة من Zonn, 1986

وفي روسيا توجد المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة على عمق ٢-٤ متر ، ثم ١٠-١٥ متراً ، ثم ١٠٠-١٤٠ متراً ، ويوجد بالطبقة العليا كمية مياه قدرها ١٠٠-١٥٠ متر ، ويبلغ عمق المياه حول بحر قزوين وبحر آرال ما بين ٥٠-٢٠٠ متر (Manaenkov, 1996, P. 54).

أما في شبه الجزيرة العربية فقد دلت الدراسات على وجود ٢٨ تكويناً جيولوجياً ، منها ٢١ تكويناً حاملة للمياه ، ومن أشهرها وأكبرها مساحة في المملكة العربية السعودية : الساق ، الوجيد ، تبوك ، الجون ، المنجور ، ضرما ، البياض ، الوسيح ، أم الرضمة ، الدمام ، النيوجين . (السعد، ص ٣٥) ، كما في جدول (٣١).

وفي هضبة التبت توجد كميات كبيرة من المياه الجوفية متسربة في الأراضي الصينية، وفي غرب الصين حيث حوض تاريم وحوض زونجاريا تحتوى طبقاتهما



## خزانات المياه الجوفية في شمال أفريقيا



المصدر: العامري، ١٩٨٨، بتصريف

## نوعية المياه الجوفية في تونس

شكل (٥١)

على المياه الجوفية. أما في منغوليا حيث الصحراء المعتدلة فوجد بها ٢٣ مليار متر مكعب من الماء الجوفى (التركمانى، ٢٠٠٣، ص ١٢٠) حيث توجد فى المناطق الصحراوية خاصة صحراء جوبى وصحراء منغوليا. وبالاتجاه غربا نجد المياه الجوفية تنتشر فى شرق بحر آرال حيث تعتمد معظم دول آسيا الوسطى الإسلامية بدرجة كبيرة على المياه الجوفية كلما ابتعدنا عن الأنهار الغربية لها. وتبلغ مساحة حوض الصين ومنغوليا  $100 \times (10) \text{ كم}^2$  أى نحو ١٠٠ ألف كم<sup>٢</sup>.

### جدول (٣١)

#### الطبقات الحاملة للمياه الجوفية فى المملكة العربية السعودية

الطبقة	المناطق التى توجد فيها الطبقة	معدل الإنتاج لتر/ ثانية	عمق الطبقة
١ طبقة الساق	تبوك - القصيم - حائل	١٠-١٠٠	٤٠٠-٨٠٠م
٢ طبقة الوجيد	وادي الدواسر - نجران - الربع الخالى	٥-٢٠٠	٤٠-٩٠٠م
٣ طبقة تبوك	تبوك - الجوف - القصيم - القريات	١-١٥	٩٣٠-١٠٧٠م
٤ طبقة المنجور	الرياض	١٢٠	٣٠٠-٤٠٠م
٥ طبقة الوسيح	من وادي الدواسر جنوبا إلى وادي العتث شمالا والبحرين شرقا	-	٩٠٠-١٠٠٠م
٦- طبقة - - - - - الرضمة	الشرقية - الشمالية الشرقية	٤-٣٢	٢٤٠-٧٠٠م
٧- طبقة الدمام	الشرقية - الشمالية الشرقية الربع الخالى	١٠٠	٨٠-١٢٠م
٨ طبقة النيوجين	الشرقية - الشمالية الشرقية - الربع الخالى	١,٨	١٠٠-١٨٠م

المصدر : الشريف ، ١٩٨٩، ص ٤٥.

وإذا اتجهنا إلى جنوب آسيا نجد المياه الجوفية في أفغانستان والتي تزيد في كميتها عن دولة منغوليا، حيث تبلغ الكمية هنا ٢٩ مليار متراً مكعباً هي مخزون الدولة من المياه الجوفية.

وتعتمد بعض مناطق الوسط الشمالي في الهند على المياه الجوفية إلى جانب الأمطار. أما في باكستان فقد قدر أن مخزونها من المياه الجوفية، سواء في حوض نهر السند أو المناطق الهامشية والبعيدة عنه بحوالى ٢٤ مليار م<sup>٣</sup> (التركماني ، ٢٠٠٥).

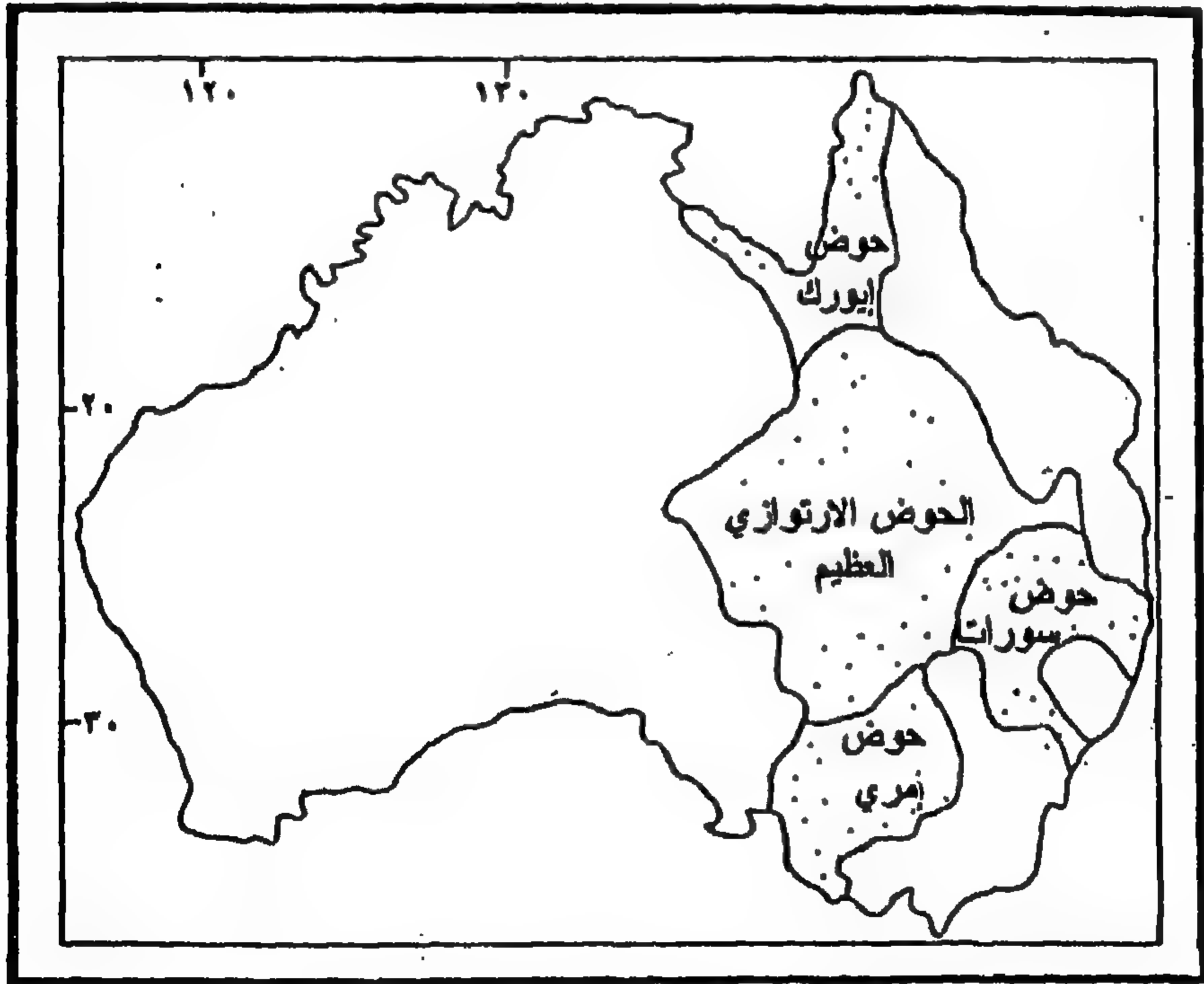
وفي أمريكا الشمالية توجد في الأقليم الجاف تكوينات صخرية حاملة للمياه الجوفية في غرب وجنوب غرب الولايات المتحدة وهي طبقات حجر رملي كريتاسي ، وسمكها يصل إلى ٩١ متراً ، وتعتبر خزاناً أساسياً للمياه الجوفية بالقارة (والطون ، ١٩٧٨ ، ص ١٧٩). والحوض الارتوازي العظيم في الولايات المتحدة يغطي مساحة تقريبا تبلغ ٢٠% من مساحة الدولة ( ١/٥ شاملا ولاية ألسكا (Manning, 1997, p.160)

وتكاد تغطي معظم الولايات المتحدة مياه باطنية، ولا تخلو منها إلا مناطق قليلة، ولكن سحب الكثير منها، وبعض من المناطق تكون مياهها غير ملائمة للاستخدام. ومن أشهر الأحواض الارتوازية في الولايات المتحدة حوض داكوتا الارتوازي، والذي حفر به أول بئر عام ١٨٨١م، ووصل عددها في نهاية القرن التاسع عشر إلى آلاف الآبار، ووصل إلى ١٥٠٠٠ في داكوتا الجنوبية وحدها. ويوجد خزان جوفي في ولاية أريزونا والذي سحب منه ٩٠% من مياه المخزون، وأصبحت أجزاء الحوض عبارة عن أحواض شبه منفصلة عن بعضها.

وتوجد المياه الجوفية في أمريكا الجنوبية في منطقة البيدمونت في صحراء أتكاما غربي جبال الأنديز ، وتبدو كثير من الواحات منتشرة والتي تجمع فيها السكان الأوائل من الهنود الحمر بأعداد تتناسب مع كمية المياه (James, 1926, P. 209)

وتوجد خزانات المياه الجوفية في قارة استراليا وتعرف هناك بالحوض

الارتوازي العظيم هو من أكبر الأحواض في العالم، والذي يغطي مساحة تبلغ ٣ مرات قدر مساحة دولة فرنسا ، وهذا الخزان يعبر حدود الولايات الأسترالية والأراضي الشمالية ، (Dixey, 1966, P. 85) وتوجد منطقتان كبيرتان تمثلان أماكن حفر للحصول على المياه من هذا الحوض الارتوازي ، ويصل سمك الطبقات الحاملة للمياه إلى ٨٠ متراً ، ويمتد لمسافة ٨٠ كم ، لتغذية مشروعات التعدين في الأقاليم الجافة (Buckley, 1985, P. 180) ومن أشهر الأحواض الارتوازية حوض أيورك ، والحوض الاسترالي العظيم ، وحوض سورات ، وحوض مري، ويتركز أغلبها في الوسط الشرقي ، كما في شكل (٥٢) وتعتبر كمية مياه الجريان الجوفي للمياه الارتوازية في استراليا أكبر كمية بالنسبة للخزانات المائية في العالم ، حيث تبلغ ٢١٨,٥ مليار م<sup>٣</sup> كما في جدول (٣٢).



أحواض المياه الجوفية في قارة استراليا

شكل (٥٢)

## جدول (٣٢)

### الأحواض الارتوازية فى النطاق القاحل الأسترالى

اسم الحوض	المساحة بالألف كم <sup>٢</sup>	عمق وجود المياه بالمتر	الملوحة جرام/ لتر
الارتوازى العظيم	١٧٥١	من السطح إلى ٢١٣٤	٦,٢
مرى	٢٨٢	٣٩٦-١٠	١,٨-١,٥
الصحراء	٣٨٨	٥٥٠-٣٠	٠,٣
يوكلا	١٩١	٦١٠-٩٠	٣٧-٦
الشمالى الغربى	٧٧,٥	١٢٢٠-٦٠	٥-٤

المصدر : After Zonne, 1986.

ومع تعدد الأحواض الجوفية التى توجد فيها المياه الأسترالية فإن مساحتها الإجمالية تبلغ ٢,٦٩ مليون كم<sup>٢</sup> كما فى جدول (٣٢)، ورغم أن أكبر الأحواض مساحة وهو الارتوازى العظيم الذى يمثل ٦٥% من جملة مساحة الأحواض إلا أن ملوحة المياه مرتفعة نسبياً حيث تصل ٦,٢ جرام / اللتر.

#### • طرق الحصول على المياه الجوفية:

يتم الحصول على المياه من باطن الأرض أما عن طريق ظهورها فى شكل ينبوع على السطح يمكن من الحصول عليها بسهولة أو عن طريق الآبار . ولهذا فإن الينابيع عبارة عن فتحات فى صخور القشرة الأرضية ، تتدفق منها المياه الأرضية الباطنية لتصل إلى سطح الأرض ، وبشكل مستمر . وتظهر الينابيع إذا تقاطع السطح العلوى للطبقة الحاملة للمياه مع سطح الأرض. وهناك عدة أنواع للينابيع حسب طريقة النشأة لكل منها وهى : ينابيع الطبقات ، وينابيع الوديان ،

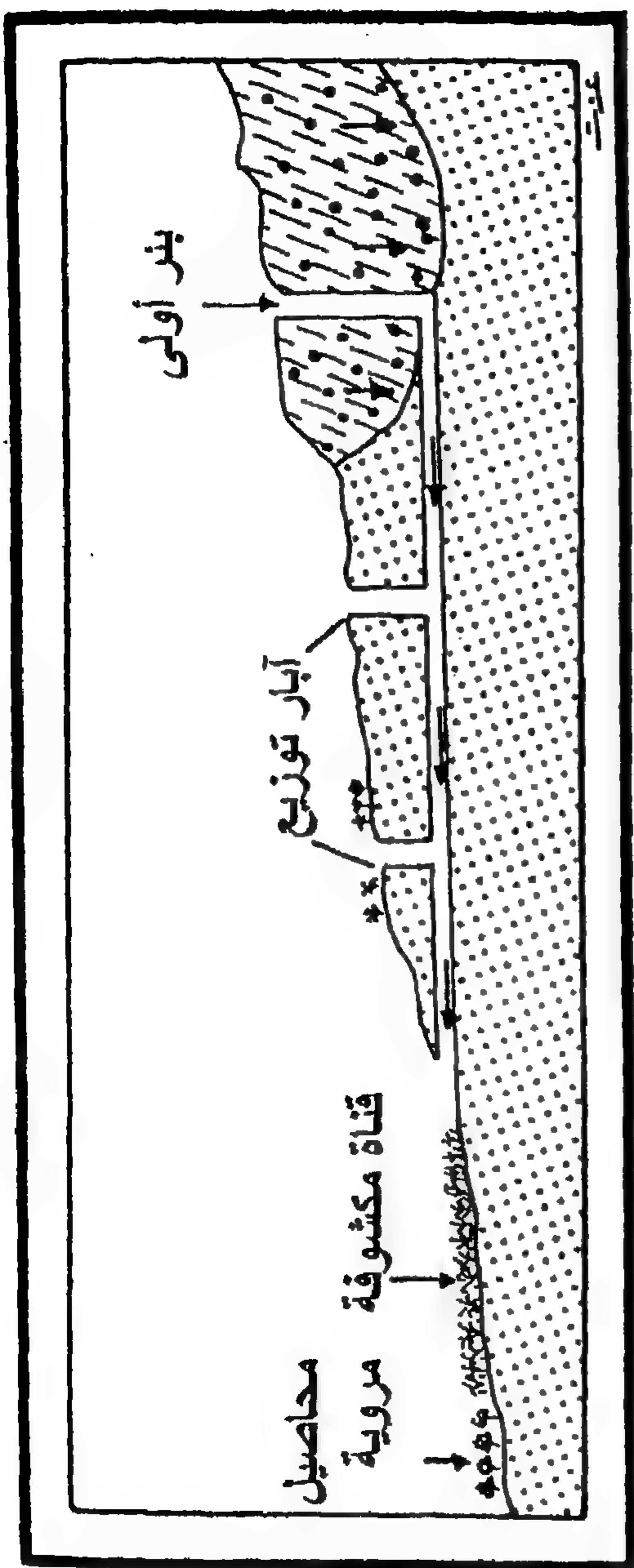
وينابيع الفوالق ، وينابيع القنوات الارتوازية ، والينابيع الارتوازية .

وتختلف الآبار عن الينابيع فى أن الإنسان هو الذى يقوم بحفر الآبار للحصول على المياه بينما الينابيع تتدفق منها المياه دون تدخل من الإنسان . ولهذا فإن الآبار عبارة عن فتحات دائرية يتم حفرها بصورة رأسية وبشكل عمودى على امتداد سطح الأرض ، وتتخللها مواسير بأقطار معينة تكون ملائمة للغرض ولطريقة رفع المياه إلى أعلى، ويصل عمق هذه المواسير حتى تتخلل الطبقة الحاملة للمياه والتي تمثل منسوب رفع المياه وتكون مياهها من النوعية المطلوب رفعها إلى السطح للأغراض البشرية.

ويلاحظ فى قارة آسيا - خاصة فى الهند - وجود المياه الجوفية الضحلة التى يسهل استخراجها من الباطن عن طريق عمل الآبار والتي تحفر بعمق يتراوح بين ١٠ - ١٨ متراً ، ويكون قطر البئر بنفس المقدار تقريباً كما فى شكل (٥٤).

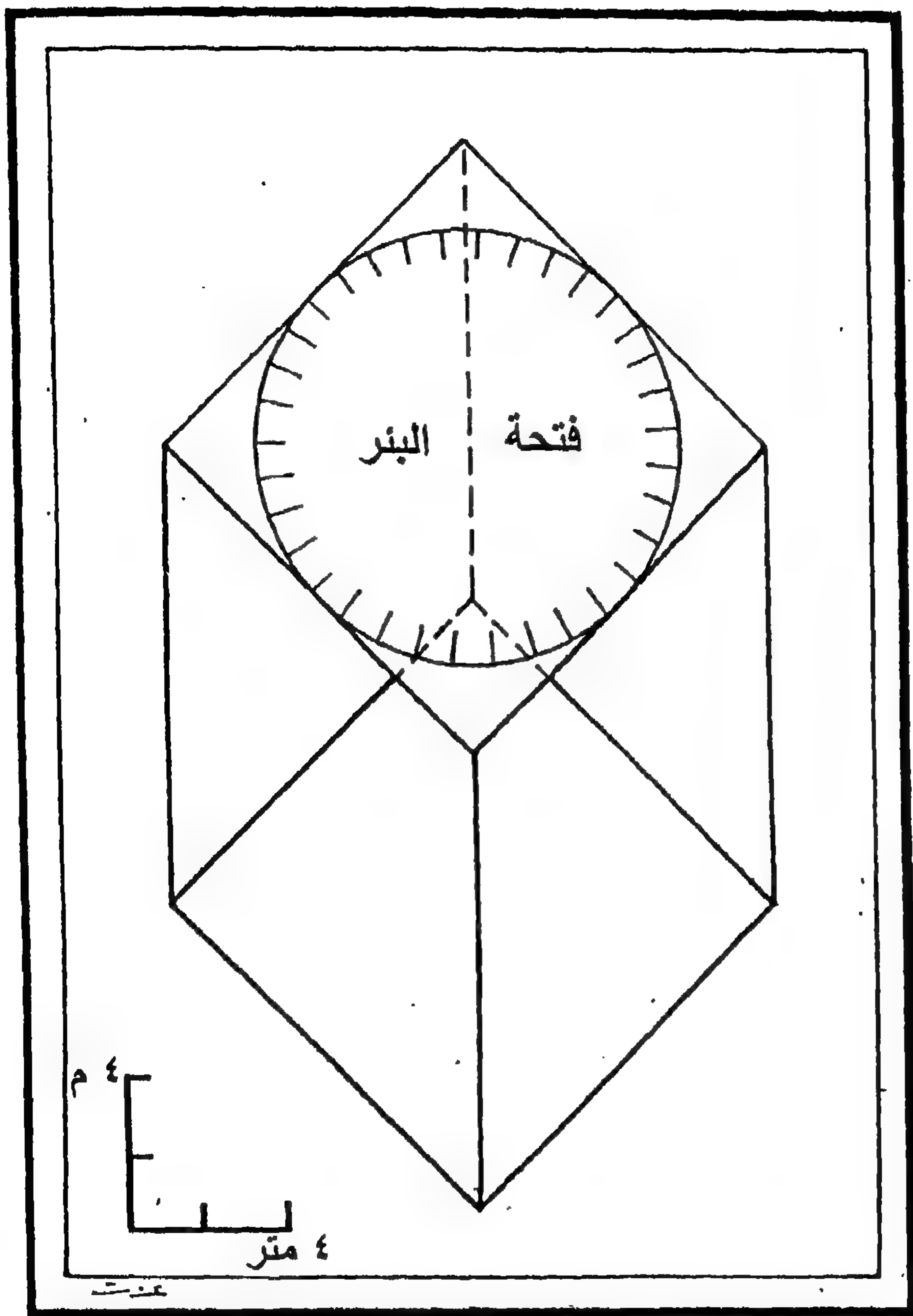
أما فى إيران حفر الآبار بشكل أفقى عكس ما هو معروف ، (Hudson, 1987, P. 126) كما هو واضح فى شكل (٥٣) حيث يتم سحب المياه من الطبقة المشبعة بالمياه عن طريق حفر البئر الأفقى وحيث توجد طبقة صماء غير منفذة للمياه أسفل الطبقة المشبعة تشجع على حفر البئر أو يوجد حاجز صخرى رأسى غير منفذ للمياه يحول دون تصريف المياه الجوفية ويختزنها ويحبسها مما يتطلب ضرورة مد أنبوب البئر بشكل أفقى للوصول إلى الطبقة المشبعة بالمياه ، وتطبق الحالة الأولى فى إيران والحالة الثانية فى الولايات المتحدة بانتشار كبيرة ، وذلك للحصول على المياه من جوانب التلال والسفوح الجبلية والحاقيات .

وفى أفغانستان وباكستان يتم استخراج المياه بنفس الطريقة أو بطريقة مشابهة وتعرف باسم الكاريز Karez ، وفى سرى لانكا تظل مستويات المياه الجوفية مرتفعة قرب الخزانات التى يتم إنشاؤها عند المجارى الصغيرة أو الأفلاج، ثم يقل مستواها وينخفض بدرجة ثابتة مع طول فصل الجفاف فى الإقليم بالجزيرة وبالخزانات، ويتم حفر الآبار عادة على مقربة من القرى والتي ينخفض فيها مستوى



After: Boyce, 1982.

قطاع لنظام القناة في ايران  
شكل (٥٣)

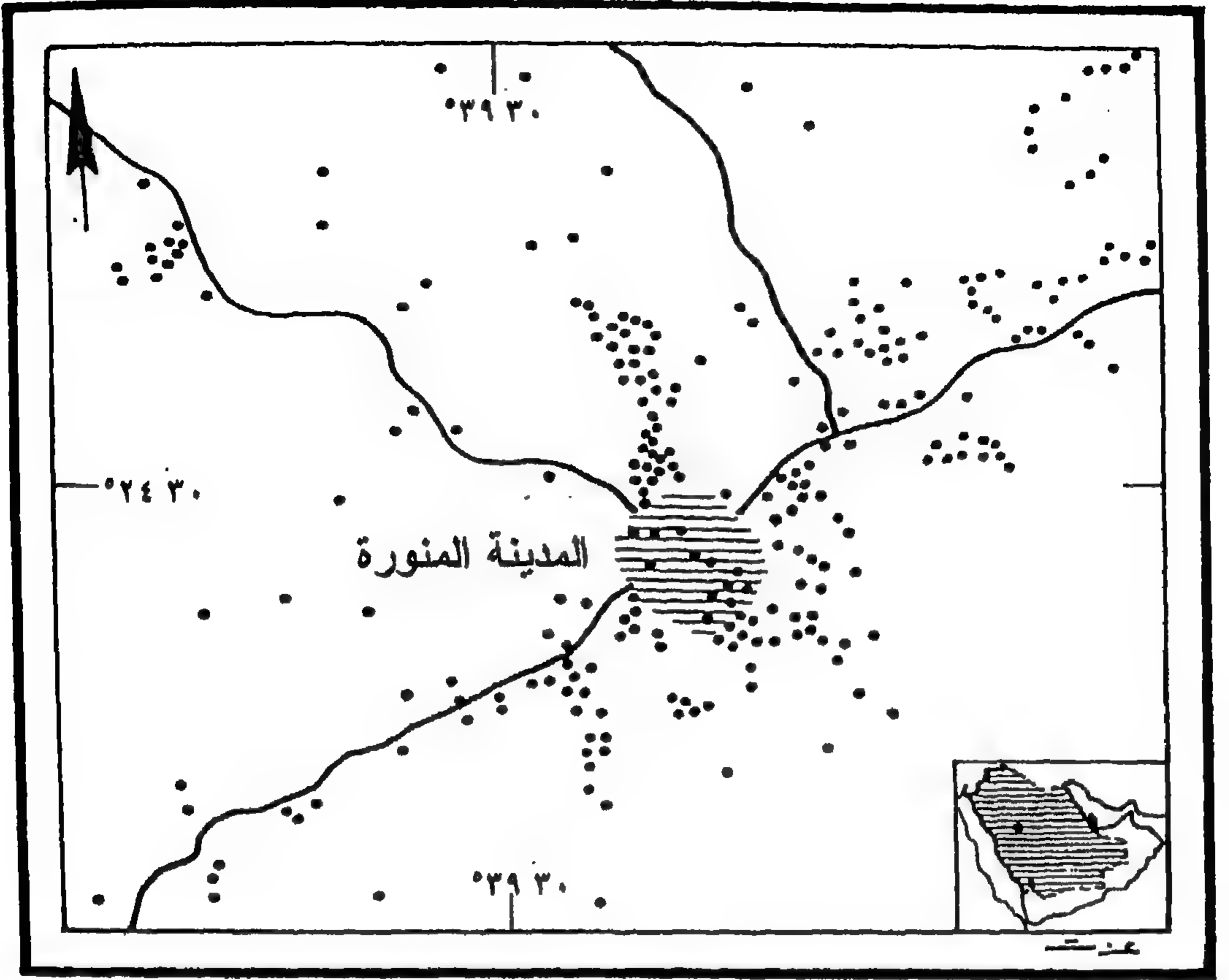


نموذج للآبار المحفورة في البيئات الجافة في الهند ( بأبعاد متقاربة )  
شكل (٥٤)

المياه الجوفية بثبات أيضاً ، وأحياناً تجف تماماً ، ولذا فإن السنوات التى يشتد فيها الجفاف يتم حفر الآبار على عمق ٦- ١٠ أمتار ، وقد تحفر فى الصخور أيضاً (Tennekoon, 1980, P. 10) . وقد انتشرت طريقة الكاريز فى شمال أفريقيا وعرفت باسم الفوجارا فى الإمارات العربية وباسم قلج ، وفى إيران باسم قنوات ، حيث أصبح فى إيران الآن نحو ٤٠ ألف قناة بإجمالى طول ٢٧٠٠٠٠ كم وتعمل على تزويد الدولة بحوالى ٣٥% من الاحتياج الكلى للبلاد (Hudson, 1987, P. 126) .

والقنوات فى إيران يتم إنشاؤها فى مناطق استواء الطبقة الحاملة للمياه الجوفية وبشكل شبه أفقى مما يسهل الحصول على المياه الجوفية التى تصبح قريبة من السطح وعلى عمق يصل إلى ٢٠ متر، ويتراوح طول القناة بين مئات الأمتار وبضعة كيلومترات، وأكبرها طولاً يصل إلى ١٦٠ كم. (Dixey, 1966, PP. 88-90) ويظهر ذلك من شكل (٥٣) حيث تحفر أنابيب رأسية أو ما يشبه حفر الآبار الرأسية تساعد على حدوث الضغط وتسرب المياه إلى أسفل وتتجمع هذه المياه بشكل أفقى وتنتهى عند فتحة القناة التى تكون عند مستوى الأراضى الزراعية.

وتنتشر طرق الحصول على المياه الجوفية من الآبار أو العيون الطبيعية فى كل أنحاء شبه الجزيرة العربية، خاصة الامارات وسلطنة عمان والكويت والسعودية. فعلى سبيل الذكر نجد أنه فى الماضى لم يكن حول منطقة المدينة المنورة والحرم المدنى سوى بضع عيون مائية وقليل من الآبار السطحية. ولكنه بعد استخراج البترول وانتشار عمليات التنمية فى المملكة فإنه قد انتشرت عمليات حفر الآبار لدرجة أنها وصلت إلى مئات الآبار حول المدينة المنورة فقط كما فى شكل (٥٥) ويقاس عليها معظم أراضى المملكة. أما فى احة الأحساء فإن العيون كانت أساس الاستقرار فى الواحة، وعماد النشاط الزراعى بها، والتى من أشهرها عيون : الحقل، الخدود، شبيب، الزاوى، الحويرات، البحيرة، مانع كما فى شكل (٥٦) وغيرها كثير، وتقع أغلبها فى وسط للمساحات المزروعة بالنخيل والخضراوات.



تم عملها من لوحة المدينة المنورة مقياس ١ / ٢٥٠.٠٠٠

توزيع العيون والآبار في منطقة المدينة المنورة  
شكل (٥٥)

شکل (۵۶)

وفى شمال أفريقيا يتم الحصول على المياه إما من العيون الطبيعية كما هو الحال فى الواحات المختلفة حيث تتدفق المياه منها حسب طريقة نشأة العيون ، أو يتم حفر الفوجارات كما هو الحال فى جورارا وفى واحة توات ، وفى تيديكالت على الساحل الغربى لأفريقيا (Furon, P. 62) . أما القلوت فهى فتحات فى الصخور يتم تجميع المياه فيها ، ولذا فهى حفر مائية عميقة ومتسعة ، ويوجد منها الكثير فى وسط الصحراء الكبرى (Hudson, 1987, P. 129) بينما فى إقليم فزان فى ليبيا ينتشر الرى من الفوجارات . وقد حفر فى طرابلس ٨٥٠٠ بئر وفى فزان ٣٥٠٠ بئر وفى جنزور ٢٠٠٠ بئر (الكىالى، ١٩٦٦) .

وفى السودان يتم عمل الحفائر حيث بنيت خلال عشر سنوات نحو ٣٠٠ حفير، والحفير عبارة عن خزانات مياه سطحية صغيرة ، بالإضافة إلى آلاف الحفر التى تتجمع فيها المياه لتلبية حاجة الإنسان والحيوان (التركمانى ، ١٩٩٢، ص ٢٠٧). والحفائر هى مستودعات أرضية على شكل نصف هرمى مقلوب يتم إنشاؤها فى المناطق الطينية أو الطينية الرملية وذلك بإزالة أو إزالة التربة إلى عمق يتراوح بين ٣ - ٨ متر تحت سطح الأرض حسب سعة الحفير، وقد تحفر مجارى تصريف إليها من المناطق المحيطة به ويتم سحب المياه من الحفير بواسطة مضخة يدوية وتسحب المياه منه عبر انبوب من الاسبستوس، ويحاط الحفير بجسور ترابية وسياج من السلك الشائك وقاية من التلوث (اكساد، ١٩٩٠، ص ٢٣٠).

وتمثل عملية حفر الآبار صورة أخرى من صور الحصول على المياه فى السودان ، فعلى الرغم من وجود الأمطار والأنهار إلا أنه تم حفر أكثر من ٢٢٠٠ بئر فى المناطق المختلفة للأراضى شبه الجافة (المرجع السابق ، ص ٢٠٥) . وفى مصر تم حفر الآبار فى الواحات المختلفة ، وأصبح عدد الآبار المنتجة عام ١٩٩٦ نحو ٩١٦ بئراً فى الوادى الجديد.

وإذا انتقلنا إلى العالم الجديد نجد أن عملية استخراج المياه الجوفية على

أشدها ، وإن كان يعترضها عملية استخراج المعادن والتعدين من باطن الأرض .  
وتنتشر الينابيع في صحراء سونورا على السطح خاصة في ألتابيميرا الوسطى  
بعدد أكبر من الغرب الأمريكي ، وتوجد الينابيع عند أقدام التلال والجبال التي يزيد  
تدفقها بعد سقوط الأمطار . ويتم الحصول على المياه في صحراء سونورا من  
خزانات صخرية هي عبارة عن كهف في الصخر أو منخفض نحت في الصخر  
تملأه المياه بعد سقوط الأمطار ، ويشير الأمريكيان والمسكيكيون إلى هذا المظهر  
باسم تيناجا Tinaja والتي تعنى بالأسبانية حفرة والتي يقصد بها خزان صخري  
للمياه وتنتشر في سييرا بينتا في صحراء سونورا . كما ينتشر في الغرب الأمريكي  
نظام الآبار الأفقية وتعرب باسم ينابيع السحب (Hudson, 1987, P. 126)

وفي أمريكا الجنوبية تم حفر عدة آبار في شمال شرق البرازيل بلغ عددها  
في عام ١٩٣٨ نحو ٣٨٩ بئراً ، بعضها قريب من صخور النيس والأخرى في  
الحجر الرملي ٤١% منها أنتج مياهاً بكميات عالية و ٣٥% منها أنتج مياهاً جيدة ،  
وفشل ٢٣% منها في إنتاج المياه وكان البئر ينتج ٣٥٠٠ لتر / ساعة ، استخدم  
نحو ٦% من الآبار لأغراض الزراعة (Freise, 1938, P. 376) .

أما في صحراء أتكاما غربي القارة فقد بنيت الخزانات لتوفير المياه ،  
ويعتمد بعض سكان الواحات بها على مياه الآبار التي تحفر في التكوينات الرسوبية  
المفككة خاصة في قيعان الأودية . كما يتم الحصول على المياه من جبال الأنديز  
أيضاً لتزويد مشروعات استخراج النترات ، وتسحب المياه إلى مدن التعدين ومواقع  
المشروعات ، وكل مدينة في الوادي الطولي يكون لها خزان مستقل (James, 1926. PP. 209-214)

وفي قارة استراليا فتوجد كثير من الينابيع والتي من أشهرها منابع أليس في  
وسط القارة انظر شكل (٤١) . كما حفرت الآبار للحصول على المياه الجوفية التي  
تستخرج باستخدام طواحين الهواء لرفع المياه الباطنية الارتوازية في مساحة كبيرة  
لتوفير المياه للحيوانات، خاصة في الأراضي الهامشية (Buckley, 1985, P. 174) .  
كما أن هناك من طرق الحصول على المياه أيضاً نوع يعرف محلياً باسم المناقع

Native soaks وهذه المناقع عبارة عن مواضع يتم حفرها حفرأ بدائياً أو بوسائل تقليدية بدائية تأتي إليها المياه فى موسم المطر بعد انتهاء فترة التساقط وتتحرك إليها المياه بحرية ، بالإضافة إلى بعض الآبار التى حفرت بعمق يصل ما بين ٣- ١٠ أمتار (٣٠- ١٠٠ قدم) (Clapp, 1926, P. 216).

## الفصل الثامن

### البيئة الحيوية بالأراضى

#### الجافة والقاحلة

- التربة
- النبات
- الحيوان



## أولاً : التربة

### (١) نشأتها

تنشأ التربة فى المناطق الجافة والقاحلة تحت ظروف المطر فى الماضى أو المطر القليل والنادر فى الأوقات الحالية، وتحت ظروف الجفاف الذى يسود مثل هذه المناطق لفترة طويلة من السنة أو لسنوات عديدة متصلة أو منفصلة، ومن هنا فإنها تصبح تربة غير متجانسة إذا نشطت الرياح ونحتت رواسبها السطحية أو إذا عملت الرياح على ارساب حمولتها فى الصحارى الشاسعة. كما أن التربة قد تعمل على تكوينها عوامل الارساب بفعل السيول، أو تتكون تحت ظروف طبوغرافية سيئة وردية الصرف، حيث تتجمع المياه وتتكون السبخات والبحيرات وغيرها من الملاح التى ترتبط بها تربات معينة خاصة بها ومنها التربات الملحية.

وقد يتشكل سطح التربة بفعل شدة التبخر الذى يحمل معه الأملاح إلى سطح التربة، ثم يصعد بخار الماء فى الغلاف الغازى وتتراكم الأملاح فى الأجزاء القريبة من السطح مكونة عقيدات أو طبقات جيرية، كما تكون كربونات وكبريتات الكالسيوم والتى تشكل قشوراً جيرية أو جبسية. (آل الشيخ، ١٩٨٩، ص ١٠٢).

ويمكن تمييز نوعان من أنواع التربة فى الأقاليم القاحلة والأراضى الجافة، الأول هو التربة المحلية، وهى التى نشأت فى موضعها عن طريق عمليات التفكك والتحلل من الصخر الأصلى، والنوع الثانى هى التربة المنقولة والتى نقلتها العوامل المختلفة سواء الرياح أو المياه الجارية أو المياه الباطنية التى تظهر مرة أخرى على السطح، أو عامل الجاذبية الأرضية حيثما تتهار الرواسب من أعلى السفوح إلى حضيض التلال والجبال، أو الأمواج والتيارات البحرية فى مناطق السهول الساحلية.

ومن أشهر التربات المحلية هى رواسب السبخات وتربة البحيرات الصحراوية، وتربة الحمادا ورواسب السرير، بينما من أشهر التربات المنقولة هى تربة الكثبان والفرشات الرملية، وتربة اللويس المنقولة بفعل الرياح، ثم تربة

الوديان المنقولة بالمياه الجارية (الحمدان، ١٣٩٦هـ، ص ٧)

(٢) خصائصها :

تتصف تربات الأراضى القاحلة والمناطق الجافة بعدة خصائص منها :

(أ) أنها تربة تكون رطوبتها قليلة أو خفيفة إلى معتدلة، ولذا فإن إنتاج النباتات يكون منخفضاً بشكل عام، ولذا فإنها تكون حسب التقسيم الأمريكى من نوع التربة ذات الرطوبة الأرضية الجافة Torric التى أشار إليها الدمرداش (١٩٩٧، ص ٤٣) حيث ترتفع درجة حرارة التربة وتصبح من نوع درجة حرارة التربة الحارة hyperthermic خاصة إذا كانت تقع على مناسيب أقل وفى عروض وسطى أو بين المدارين.

(ب) أن التربة العليا تكون خفيفة وبدرجة شديدة ويمكن ملاحظتها فى حالات عديدة.

(ج) قد تصبح التربة جافة مطرها أقل من ٧٠٠ مم وتنمو نباتات فوقها تتسم بوجود أحراش طويلة أو حشائش استبس كثيف أو تختلط الشجيرات مع الاستبس (Valle et al., 1998, p.99) والجفاف هنا ليس جفاف المحتوى المائى للتربة السابق ذكره، وإنما هو الجفاف المناخى.

(د) تتميز تربات الأراضى الجافة والقاحلة بأن تركيز الأملاح بها يكون عالياً، وتتراوح الأملاح من كلوريد الصوديوم الذى يؤدى إلى سمية للنباتات الزراعية إلى كربونات الكالسيوم، والتربة تكون تربات صحراوية aridosols (Marsh & Grossa, 1996, p.306)

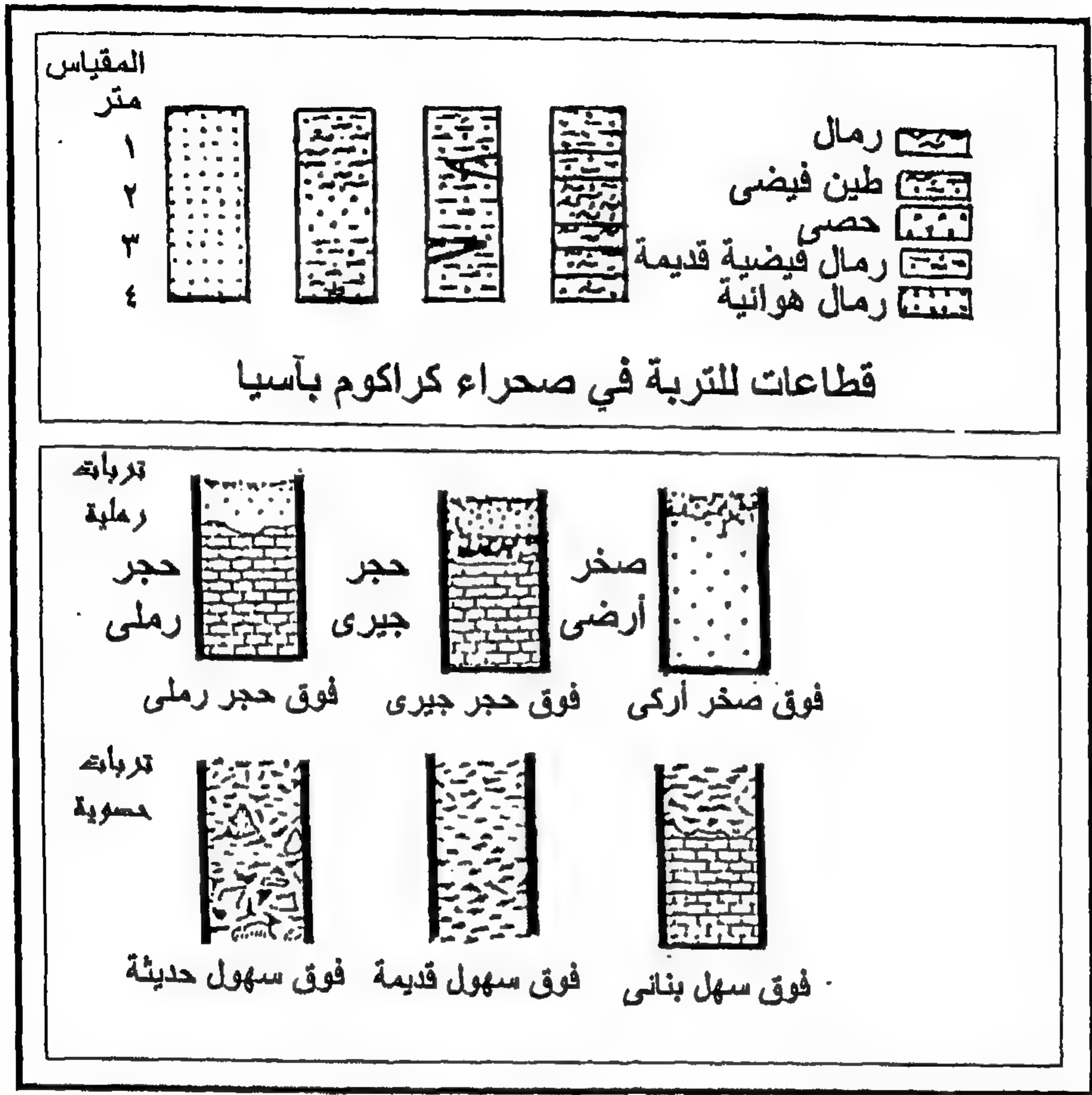
(هـ) تقل نسبة المادة العضوية بين مكونات التربة الصحراوية نظراً لقلة المطر الذى ترتبط به قلة فى النباتات وبالتالي لا تضاف فى المادة العضوية لمكونات التربة الا بقدر ضئيل للغاية.

### (٣) أنواع التربة :

يمكن تقسيم التربة فى البيئات القاحلة والصحراوية والجافة وشبه الجافة إلى أنواع مختلفة، بعضها حسب نوع النبات، والأخرى حسب حالة النحت والارساب، وتقسيم ثالث حسب الظروف المناخية، والتقسيم الرابع هو حسب نشأة التربة ومراحل تكونها طبقاً للأسس العالمية المتبعة فى التصنيف.

● **التصنيف حسب النبات :** ويوجد نوعان من أنواع التربة، الأول هو تربة الاستبس الصحراوى، وهى نوع من التربة تعرف بتربة الاستبس الصحراوى الرمادية والحمراء حسب التصنيف الفرنسى والروسى، وهى طينية غرينية على السطح، وطينية فى أغلب القطاع، وقد تحتوى على عناصر جيرية. أما النوع الثانى فهى السيروزيم : Sierozem وهى تربات ناضجة، قطاعها متطور جيداً حتى عمق ١,٥ متر، يقل محتواها من المادة العضوية، وبها كمية من الجير Lime (Aubert, 1962, p.117).

● **التصنيف حسب المادة المكونة :** حيث أن التربة إما أن تكون رملية كما هو الحال فى تربة الكثبان الرملية، كما هو الحال فى تربة الصحارى والعروق الرملية ومنها الكثير فى استراليا وفى صحارى وسط آسيا، وفى تركمانستان كما فى القطاعات شكل (٥٧) . على سبيل الذكر تربة رملية صحراوية وكلها فقيرة فى النترات خاصة النيتروجين. (Babeav & Ovezliev, 1994, p.94). مثلاً الحال فى التربة الرملية والحصوية فى صحراء جوبى. وقد توجد تربات متنوعة كما هو الحال فى شمال نيجيريا فى الجزء الواقع فى إقليم الساحل حيث توجد تربة غرينية رملية، وتربة رملية غرينية، وتربة غرينية، وتربة غرينية طينية رملية، وتربة طينية (Osman, 1994, p.219) وأراضى توشكى فى جنوب مصر هى ما بين الغرينية الرملية والغرينية الطينية، وتوجد بها أيضاً التربة الطينية، والتربة الرملية الطينية، والتربة الرملية الغرينية كما فى شكل (٥٨) وجدول (٣٣).



بتصرف 1976 petrov After:

قطاعات التربة الطينية والرملية والحصوية ، فى صحراء جوبي-اسيا  
شكل (٥٧)

### جدول (٣٣)

أنواع التربة ونسبة مساحتها في شرقي منخفض توشكى

م	نوع التربة	نسبتها % إلى جملة المساحة
١	طميية إلى طينية رملية، رملية إلى طميية رملية	٢,٦
٢	طميية طينية أو طميية رملية	١٣,٩
٣	طميية طينية رملية	١,٢
٤	طميية طينية	٦٩,٨
٥	طميية رملية إلى طميية طينية حصوية	٥,٨
٦	تلل ومرتفعات حجرية	٦,٧
	جملة المساحة القابلة للاستزراع	%١٠٠

• التصنيف حسب حالة النحت والإرساب : وهو التصنيف الذى أشار إليه أوبرت (Aubert, 1962, p.116) وذكر فيه أنها تنقسم إلى ٣ أنواع :

(أ) التربات المجواه بدرجة كبيرة، حيث تتشط الرياح وتقوم بنحت الرواسب الناعمة وتتخلف الأحجام الخشنة فتتكون تربات حصوية تعرف بتربة الرق والتي من أمثلتها التربة قرب فجيوج في الجزائر والتي يقل بها الطمي والطين والرمل، وفي تربة موريتانيا حيث تربة الرق أقل سمكاً، ويمثلها قطاعات التربة للتربات الرملية والحصوية في صحراء جوبي.

(ب) التربات الإرسابية، وتتشأ بفعل إرساب الرياح للرمل فتكون تربة رملية، أو إرسابها للطين والطمى فتكون تربة اللويس، ومنها تربات النباك والبرخانات وسلاسل الكتبان التي تكون عروقاً رملية.

(ج) تربات غير متأثرة بالرياح سواء النحت أو الارساب، وتتكون من أحجام كبيرة من الصخور، وتعرف بالتربة الممهدة Paved Soil التي تختلف عن التربة الهيكلية، حيث تتميز هنا بالانتظام، ومنها تربة الحمادا فوق الهضاب وبالسهول الصحراوية. أما التربة الهيكلية Skeletal Soil فتوجد في الصحارى القاحلة وشبه القاحلة وتعرف بالتربة الصخرية Litho sols وهي مفككة من الحجر الجرانيتي أو الرملى أو الجيرى، وتتميز بعدم الانتظام ومنها في جنوب تونس وفي الضفة الغربية في فلسطين.

• وتصنف التربة حسب الظروف المناخية، خاصة ظروف تساقط الأمطار إلى عدة أنواع منها ما يوجد بالأراضى القاحلة والجافة Dry:

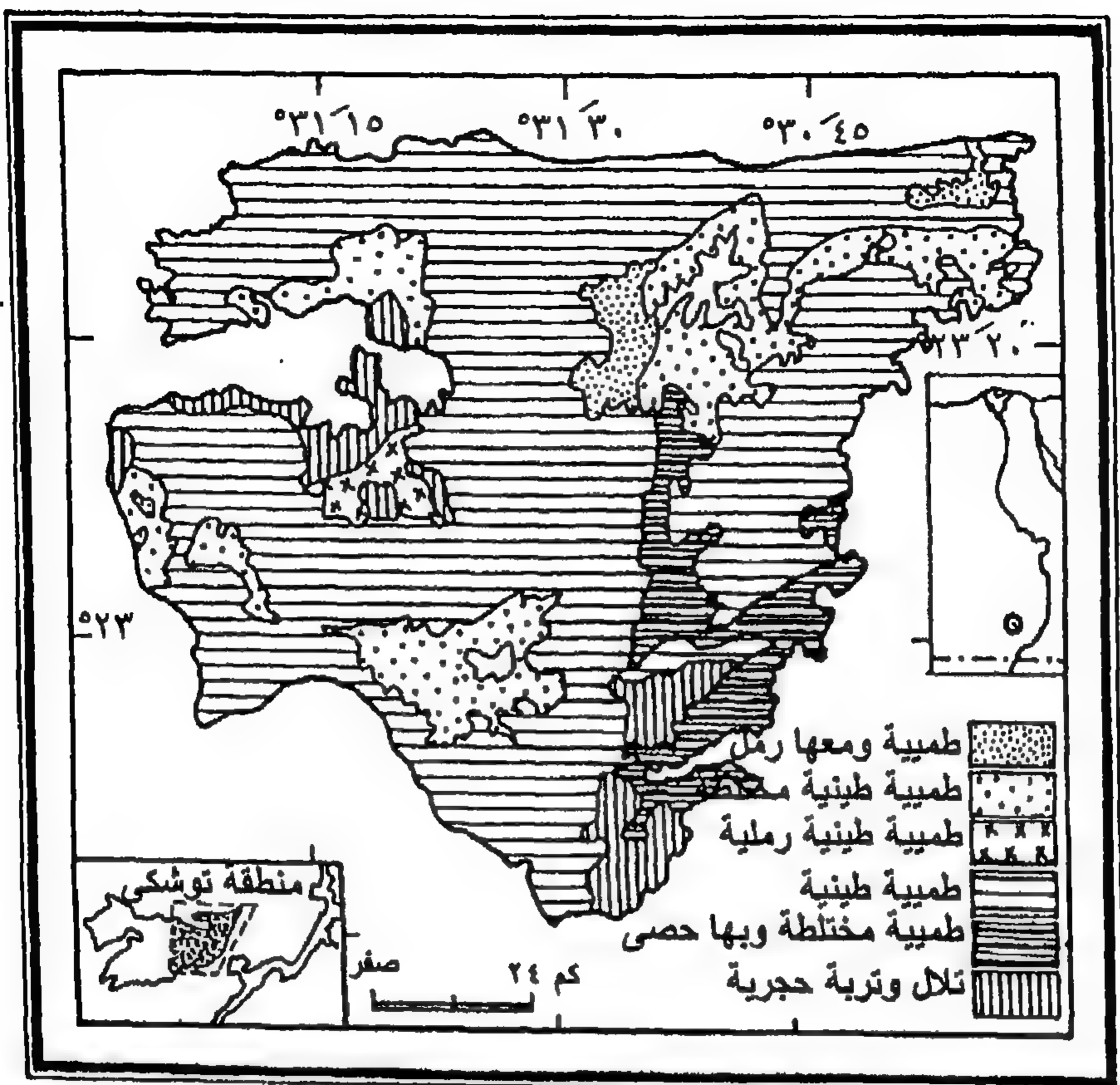
(أ) تربة التشنوزيم، ومناخها معتدل إلى بارد، والأمطار تتراوح بين ١٨-٣٠ بوصة، والمطر صيفى، ولذا تنمو بها حشائش السهول.

(ب) التربة الكستنائية، ومناخها بارد إلى معتدل، وأمطارها بين ١٤-٣٠ بوصة، وتوجد في مناطق شبه رطبة، ولذا تنمو حشائش قصيرة وأحراش.

(ج) تربة بنية أو بنية مائلة للحمرة، ومناخها شبه جاف، وأمطارها من ١٠-٢٠ بوصة، والصيف جاف وحار، وتنمو بها حشائش أو حشائش قصيرة تختلط بها الأشجار.

(د) التربة الصحراوية، ومناخها دافئ إلى بارد معتدل جاف، المطر بين ٣-١٠ بوصة، ولذا لا تنمو الأعشاب الصحراوية.

(هـ) التربة الصحراوية الحمراء، وتوجد في مناخات ذات حرارة مرتفعة وساخنة وجافة، والأمطار بين ٣-١٠ بوصات أيضاً، ولذا لا تنمو إلا الأعشاب الصحراوية (مصطفى ومقلد، ١٩٦٦، ص ١٧٢).



#### (٤) التصنيف العالمى لتربيات الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة الجافة :

يعتبر دكيوتشيف عالم التربة الروسى من الأوائل الذين قسموا وصنفوا التربة على المستوى العالمى وبأسس علمية مقبولة، ولذا فإن التصنيفات التى جاءت بعده أخذت عنه، ومنها تصنيف هيئة مسح التربة الأمريكى.

ويظهر من جدول (٣٤) الرتب الرئيسة للتربيات الموجودة فى الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة arid & semiarid حسب الرتب الجديدة التى أصبح يؤخذ بها عالمياً. ويتضح من الجدول أن التربيات الحديثة تشغل المساحة الأكبر، وتشغل ١٣,١% من تربيات العالم، وهى أساساً تربيات لا نطاقية، وتضم ارسابات فيضية وقد يكون نسيجها رملى أو لومى رملى (العامرى وضى، ١٩٨٦، ص ٦٠).

#### جدول (٣٤)

الرتب الرئيسة للتربة فى الأقاليم القاحلة  
وشبه القاحلة والتى تتعرض للجفاف فى العالم

النوع	رتبة التربة	نوع الغطاء النباتى أو الترابى	المساحة بالمليون كم <sup>٢</sup>	% من مساحة الأرض عالمياً
الأول	أنتيسول أو التربيات الحديثة	بركانية	١٩,٢	١٣,١%
الثانى	فيرتيسول أو التربيات القديمة	طينية	١,٩	١,٣%
الثالث	أرديسول أو التربيات الجافة	تربة صحارى	١٦,٦	١١,٣%
الرابع	الفيسول أو الباردة الرطبة	غابات نفضية	٣,١	٢,١%
الخامس	موليسول أو شبه رطبة	تربيات حشائش	٥,٥	٣,١%
المجموع			٤٦,٣	٣٠,٩%

المصدر: After Dunkerley & Brown, 1997, p.56

ويلى هذا النوع فى الأهمية التربيات الجافة وتشغل ١١,٣% من تربيات العالم، وهى تضم التربة الصحراوية، والصحراوية المائلة للحمرة وتربة السيروزيم، والتربيات المحلية والتربة البنية والبنية المحمرة حسب التصنيفات الأقدم (مصطفى ومقلد، ١٩٩٦، ص ١١٨).

أما باقى التربات وهى الأنواع الثلاثة الأخرى سواء التربات القديمة أو الباردة الرطبة أو التربة شبه الرطبة فتقل أهميتها وتتراوح نسبتها ١,٣% ، ٢,١% ، ٣,١% من ترب العالم على الترتيب. وبهذا يتضح أن التربات الجافة والتربات ذات الأصول الفيضية أو الإرسابية الهوائية لها السيادة فى الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة.

#### (٥) التوزيع الجغرافى :

تتوزع تربات الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة فى أماكن عديدة فى قارات العالم المختلفة، وحسب توزيع أوبيرت (Aubert, 1962, p.123) لهذه التربات فى القارات المختلفة يمكن عرضها بشكل موجز. فالتربة فى شمال أفريقيا بنية، ذات قشور جيرية، وأحياناً تكون رطبة حيث المسطحات المائية من سبخات وغيرها، وتكون فى الجزائر وتونس ملحية وقلوية نوع Solonchake، وتطورت التربة الجبسية فيهما. أما فى أفريقيا جنوب الصحراء فهى من نوع السيروزيم أو البنية أو الاستبس الصحراوى الرمادية، وقد تظهر قشور ملحية، ومنها تربة جنوب موريتانيا وشمال غرب السنغال ومنطقة بحيرة تشاد وبعض مواضع وادى النيل، كما توجد التربة البنية فى أنجولا وفى جنوب أفريقيا.

وتوجد فى قارة آسيا فى الصين ووسط آسيا، وفى الهند توجد بوضوح أراضى ملحية (السولونشاك)، وفى إيران توجد التربات البنية المائلة للحمرة، بينما توجد التربات القائمة اللون حول بحر قزوين فى روسيا وإيران، كما توجد فى وسط العراق أيضاً.

وتظهر تربات الأقاليم شبه القاحلة فى أوربا فى الشرق والوسط وهى تربات بنية أو من نوع السيروزيم أو تربات مالحة وهى صغيرة المساحة، كما توجد فى تركيا فى هضبة الأناضول.

وتتوزع تربات الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة فى أمريكا الشمالية بحيث تغطى ٢٧٠ مليون هكتار، وهى نوع السيروزيم أو البنية المائلة للحمرة، وتوجد أيضاً

تربة الاستبس الرمادية والتي تعرف هناك بأنها التربة الصحراوية، وذات اللون القاتم المعروفة هناك باسم جروموسول Grumosols.

أما في أمريكا الجنوبية فتنتشر تربات الأراضي الجافة والقاحلة في وادي سان فرنسيسكو وفي شمال شرق البرازيل في ولاية باهيا وفي شيلي وبوليفيا وإكوادور.

وتنتشر التربة الرمادية في استراليا وهي من سمات المناطق الجافة والتي تقع في تصنيف كبن لمناخ استراليا في BSh (Taylor, 1933, p.113) أي المناخ الصحراوي المرتفع الحرارة والتي يزيد فيها المعدل السنوي لدرجات الحرارة عن ١٨°م، ولكنه شبه جاف. كما توجد التربة السوداء في نطاق السافانا في ظل مطر ٢٠-٣٠ بوصة /السنة. وتربة الاستبس الصحراوي هناك رمادية اللون، وتوجد تربات قائمة مع وجود ملامح الجلجاي Gilgai في المناطق شبه الرطبة، بالإضافة إلى التربات المحلية.

### التطبيق على المملكة العربية السعودية :

هناك نوعان من التربة موجودة في المملكة العربية السعودية إذا نظرنا إلى أساس أو مصدر المواد التي تكونت منها رواسب التربة المفككة. فهناك تربة نشأت نشأة موضعية، أي تفككت الرواسب من الصخور الأصلية في المنطقة وذلك في مكانها وتطورت الرواسب من حيث الحجم حتى اكتملت صفات التربة. مثل هذا النوع نجده فوق الهضاب وفي المواضع الصحراوية وتعرف بتربة الارصفة الصحراوية مثلما الحال في تربة الحمادا وكلها نتجت عن عمليات التجوية، وتربة السفوح مثل سفوح عسير وسفوح منطقة الطائف.

أما النوع الثاني في هذا التقسيم فهو التربة التي نقلتها عوامل جغرافية مثل المياه الجارية والسيول، أو الرياح وحتى العوامل البحرية في البيئة الساحلية، حيث يتم نقلها بعيداً عن مصدرها ويحدث ارساب للرواسب بعد ذلك وتتراكم وتعرف بالتربة المنقولة، والتي من أمثلتها تربة المراوح الفيضية ودلتاوات الأدوية، على جوانب

جبل طويق، غرب جبال الحجاز وعسير حيث تتراكم رواسب دلتاوات الأودية المنحدرة نحو سهل تهامة، وتربة السهل الساحلى، إضافة إلى تربة الروضات ورواسب القيعان فى هضبة نجد وفى المنطقة الشمالية والشرقية، وتربة بطون الأودية، والباطن والبطين. كما أن التربة الرملية الممثلة فى الدهناء وتربيات العروق الرملية وفرشات الرملية وكلها رواسب نقلتها الرياح وارسبتها بعيدا وكونت بها تربة رملية.

أما عن أنواع التربة فى المملكة حسب حجم الرواسب التى تتكون منها التربة فإنه يمكن أن نعتمد فى عرض هذا التقسيم على تصنيف الوليعى (١٩٩٧، ص ص ١١٤-١١٧) فى تقسيمه للتربة إلى أنواع نذكرها بإيجاز على النحو التالى:

(١) تربة طميية عميقة : وتوجد فى هضبة نجد، وشكل شريطى من الشمال إلى الجنوب فى سهل تهامة، وجنوب منطقة الحدود الشمالية، وغربى جبل طويق وشرقه، وتظهر على جانبى الأودية الجافة الكبيرة فى صورة مدرجات أودية وهى ما تعرف بالمدرجات النهرية.

(٢) التربة الرملية الطميية : ونسجها أقل نعومة عن النوع السابق وتتجمع رواسبها فى مواضع السهول الفيضية الفسيحة والضيقة، والكثبان فى مرحلة النشأة أى التى فى بداية تكونها فى قيعان الأودية مثلا كما فى وادى العتش (أو العتك) شمال الرياض بـ ١٠٠ كم، وتوجد بين الكويستات أو بين الجالات فى المواضع المنخفضة وبين الصفراوات خاصة فى منطقة القصيم وشمال منطقة الرياض، وفى المنخفضات مثل الجوف وسكاكا والقصيم والأحساء. فتربة الأحساء هى بشكل عام رملية (٧٠-٧١ رمل) مع نسبة قليلة من الطمي والطين (١١-١٦%، ٩ - ١٣% لهما على التوالى ولذا فإن تربتها تتراوح ما بين رملية - طفلية او طينية طفلية بينما تصبح التربة على أطراف الواحة رملية من مختلف الأنواع والدرجات والأحجام كما فى شكل (٥٩)، وسهول شمال تيماء، إضافة إلى وجودها فى المنطقة بين صحراء

الربع الخالى شرقاً وجبل طويق الجنوبى غرباً. فتربة مناطق المراوح الفيضية المجاورة لنفوذ الثويرات فى منطقة القصيم عبارة عن حصى ، ويتخلله مواد غرينية ويشبهه الحال مراوح جبل طويق.

(٣) تربة طميية : وحجم رواسبها وسط بين النوعين السابقين، وهى هنا ضحلة العمق، ولذا فإنها إما قليلة العمق أو متوسطة فى عمق قطاع التربة، وتوجد على السفوح الجبلية أو جوانب الأودية وقيعان الأودية، ولذا فإنها ترتبط بنطاق صخرى، وهى تتوزع فى : شرق جبل طويق، فى هضبة العرمة شرق الرياض، فى الهضاب الشمالية خاصة هضبة الحجر، كما ترتبط بجبال الحجاز وهضبة نجران.

(٤) تربة قيعان وسهول: وهنا يكون الانحدار خفيفاً مما يساعد على تجمع الرواسب وإن كانت خشنة أو غير خصبة لذا فإنها لا تصلح للزراعة ولكن تنمو بها الاعشاب فتصلح للرعى، وتتوزع فى مناطق : المنطقة الشرقية والشمالية الشرقية فى هضبة الصلب، وصحراء الجافورة والبياض ووصولاً إلى الشمال حتى حفر الباطن ، ومنخفض يبرين (جبرين) فى الوسط الشرقى، إضافة إلى وجودها فى حوض وادى الدواسر، وجنوب شرق حائل.

(٥) تربة الكثبان : ورواسبها زملية من مختلف أحجام الرمل، حيث أن الكثبان الرملية ٩٥% من حبيباتها عبارة عن رمل والباقى سلت وطين. وهى تربة تغطى مناطق الكثبان وفرشات الرمال والسهول الصحراوية الجرداء، وتمتد بشكل عام من الشمال إلى الجنوب، حيث نفوذ الدهناء شمالاً والنفوذ الكبير فى شمال حائل وتيماء، وفى الجنوب صحراء الربع الخالى ومجموعة النفوذ فى شمال وشمال غرب منطقة الرياض من جهة وفى منطقة الدواسر حيث عزق سبيع وغيرها من جهة أخرى.

(٦) التربة المحلية : وهى تنتشر إما داخليا فى المناطق سيئة الصرف كما فى واحة الاحساء وشرق الربع الخالى وفى العوشزية بالقصيم وفى منطقة مملحة



عن البراك ١٩٩٣ بتصريف

## أنواع الأراضي (التربة) في واحة الأحساء شكل (٥٩)

القصب أو ساحليا حيث تنتشر السبخات الساحلية فى المنطقة الشرقية على ساحل العقير قبالة الأحساء، وعلى ساحلى الدمام والظهران وسيهات والقطيف، حيث البحيرات الملحة والسبخات ذات القشور الملحية التى تغطى التربة. ويشبهها فى ذلك مناطق كثيرة مبعثرة على طول الساحل الغربى للمملكة على الهامش الغربى لسهل تهامة.

## ثانياً : النبات

تتنوع الحياة النباتية فى الأقاليم القاحلة arid وفى النطاقات الجافة dry والتى تقع تحت الاهتمام بالدراسة، على الرغم من قلة الأمطار والنقص فى رطوبة التربة.

فهناك نباتات صحراوية، ونباتات حشائش الاستبس الحار وأخرى من نوع الاستبس المعتدل فى وسط آسيا وجنوب أمريكا الجنوبية، ولهذا يعتمد نوع النبات والغنى النباتى حسب الأحوال المناخية الحرارية والمطرية، ومتأثراً أيضاً بظروف التربة.

### (١) أنواع النباتات :

تتميز النباتات الصحراوية بأنها بسيطة فى تركيبها، وفقيرة فى تطورها ونموها، والغطاء النباتى يكون مفتوحاً نظراً لتباعد النباتات وعدم استمراريته بزيادة القحولة. وقد تعرف هلز (Hills,1960) على أربعة فئات للنبات فى البيئة القاحلة تكون لها علاقة بالنقص فى كمية المياه المتاحة وهى :

(١) أحراش وشجيرات موسمية وتشمل تجمعات الصبار بشكل محدد ويوجد منها فى جنوب غرب الولايات المتحدة، وأحراش ذات أشجار منخفضة وقصيرة.

(٢) نباتات فصلية ذات أنواع قليلة قصيرة النمو وهى من النوع العصارى ذات ارتفاع ٣٠-١٢٠ سم فقط، وشجيرات قصيرة وحشائش فصلية.

(٣) نباتات أحراش دائمة أو فصلية تتركب من كل مبن النباتات الدائمة أو

الفصلية وتسود بها الحشائش.

(٤) نباتات تنمو بشكل عرضي أو مؤقت والتي توجد في صورة غطاء مسطح يسود طول العام في المناطق التي تسقط فوقها أمطار منخفضة أو غزيرة من حين لآخر فوق تربة هذه المناطق والتي تستعيد فيها التربة رطوبتها (Tivy, 1993, p.239).

ومن أمثلة النباتات التي تنمو في تجمعات رملية في معظم أرجاء الوطن العربي، في شكل تجمعات نباتية صغيرة من الشجيرات والنباتات القصيرة، التي تتميز بجذور عميقة تثبتتها هي : الرمث، الغضي، الأرطي، الثمام، الرثم العجرم، الثمام. إضافة إلى : السلم، السمر، العوسج، الغاف، الاثل، الأراك.

أما حشائش الاستبس فقد ميز جودال وبيري Goodal & Perry بين الاستبس في المناطق شبه الصحراوية والتي تتميز بأنها أحراش قصيرة النمو والتي تكون نحو ١٠ - ٣٠ % من الغطاء النباتي الطبيعي مع وجود حشائش فصلية، وبين الصحراء الحقيقية والتي بها نباتات الصبار حيث تقل تغطية النباتات والأحراش عن ١٠ % أو أقل، مع وجود قليل من الأحراش الطويلة التي تصاحب الأعشاب السنوية التي تزدهر في فصل سقوط الأمطار، ولا تزيد تغطية النبات عن ٥٠ % في أفضل فصول السنة في تساقط المطر على الإطلاق.

وتوجد في بعض مناطق الأراضي الجافة أنماط من نباتات الاستبس. ففي الصحراء الكبرى وصحراء شيلي وصحراء النفود بالسعودية توجد مناطق شديدة الجفاف وبها مناطق تفصل بين الهوامش الممطرة صيفا وأيضاً تلك الممطرة شتاء وأن هذا الفصل ليس واضحاً تماماً. ففي الجنوب الغربي الأمريكي يوجد الاستبس الشجري الشمالي يختلط في المنطقة الوسطى باستبس السنط الجنوبي (والطون، ص ١٤١).

وهناك أنواع من الحشائش تسود في المناطق شبه القاحلة ومنها أراضي الحشائش شبه القاحلة، وتوجد في المناطق الواقعة بين الغابات الرئيسية والصحاري وتكون فصلية والتباين فيها يكون كبيراً، والتي توجد حينما لا تكفي رطوبة التربة

لنمو الأشجار (Ibid, p.216)، حيث يتضح أن هناك ارتباط كبير بين توزيع الحشائش وتوزيع المناطق التي يحدث بها قحولة arid في قارات العالم المختلفة، سواء الحشائش الحارة أو الحشائش المعتدلة.

## (٢) التكيف النباتي :

تتكيف النباتات مع ظروف المناخ خاصة في المناخ الصحراوي الذي يتسم بارتفاع الحرارة معظم السنة والتي يصاحبها قلة الأمطار. فالنباتات العشبية يصل تحملها لدرجات الحرارة حتى  $50-55^{\circ}\text{C}$  في الهواء الجاف، وبعض النباتات مثل الصبير opuntia ونوع prickly pear وهو التين الشوكي الذي له القدرة على تحمل الحرارة في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية تتحمل حتى  $65^{\circ}\text{C}$ ، بالإضافة إلى العديد من قشور الأشنات أو الحزازيات التي تتحمل الحرارة في هذه البيئة بدرجة كبيرة تصل إلى  $70^{\circ}\text{C}$  أو أكثر (Tivy, 1993, p.233).

وهناك كثير من الأنواع النباتية لها القدرة على الصمود أمام الرياح في الصحاري، خاصة حينما تحمل هذه الرياح كميات من الرمال، وتعمل النباتات على تجميع الرمال حولها. وتنمو النباتات في الرمال التي أرسبتها الرياح بخاصية معينة، ومن أمثلتها : نباتات ساكنة الرمال Sand dwellers ونباتات مغلفة للرمال Sand binders، والنوع الأخير يعمل على بناء النباك والتلال الرملية - ذات الأصل النباتي، وتعمل على تثبيت الكثبان الرملية وتقلل من حركتها (Kassas, 1966, p.155) وعادة ما يكون هناك صراع بين تجمع الرمال فوق وحول النبات وسرعة نمو النبات فوق هذه الرمال في شكل صراع من أجل البقاء فوق السطح.

أما تكيف النبات مع الرطوبة واحتياجاته المائية فهي الأكثر حيوية لأنه تتم عملية التمثيل الضوئي في ظل الرطوبة، أو تحفظ الخلايا النباتية في حالة حية، لهذا فإن الجفاف dry الذي يكون طويلاً يكون كافياً لأن يقتل النباتات الكاملة النمو، ويحدث الجفاف كل ٥ سنوات مثلاً، وحينما يقتل النبات القديم فإنه يحدث تجديد

وتوالد مرة ثانية والتي تبدأ مع حدوث تساقط مطر جديد، لذا نجد أن النبات يكيف نفسه مع الجفاف مثل الأكاسيا التقليدية (السنت) أو النمطية في القارة الأفريقية وغيرها في الهند والبرازيل حيث يموت النباتات العشبية فوق سطح الأرض في نصف الفصل الجاف وتظل جذور النباتات خضراء (Young, 1998, p.17).

وتؤثر كمية المطر على مقدار نمو النبات، حيث أنها تحدد بدرجة كبيرة مقدار كمية المياه المتاحة للنبات، حيث أنه إذا زادت كمية الأمطار من ١٥٧ مم إلى ٣٥٧ مم فإن ارتفاع النبات من نوع الساكسول يزيد من ٢٠ سم إلى ٣٤ سم فوق سطح الأرض. كما يرتبط بذلك نقص في أطوال جذور النبات والتي يقل طولها من ٣٥ سم إلى ٢٥ سم لأن النبات لا يحتاج لإجهاد نفسه للحصول على المياه من أعماق أكبر للتربة حيث تتوافر المياه - بين حبيبات التربة السطحية.

وقد يتكيف النبات في البيئات الصحراوية والقاحلة بأن يختزن المياه في الجذور أو في شكل بصيلات تحت سطح التربة، وقد سجلت مثل هذه البصيلات في نبات يعرف باسم *Leontice eversmanni* وهذه البصيلات كبيرة الحجم وتشبه البطاطس والتي وجدت في صحراء التركستان، حيث حفظت لمدة ٣ سنوات ولم تفقد وزنها بسبب جفافها، ثم نمت بعدما انتهت الجفاف الطويل (Norton & Company, 1965, p.64).

وتوجد بعض النباتات التي تكيف نفسها مع قسوة ظروف الصحراء والتي من أمثلتها النباتات المحبة للملوحة والتي تتطلب تربة ملحة، ولذا فإن النقص في الكلوريدات وفي السلفات سوف يجعلان النبات يعاني من العجز في الأملاح ويواجه مجاعة ويناضل من أجل الحصول عليها.

وقد يواجه النبات العجز المائي عن طريق تعميق وإطالة الجذور للحصول على المياه من طبقات أعمق للتربة ومن أمثلتها نبات الساكسول *Saxaul* في جنوب شرق صحراء كراكورم الذي لا يزيد ارتفاعه عن ١-٢ متر فوق السطح في حين يدب بجذوره إلى أعماق تزيد عن ٤ أمتار (Petrov, 1976, p.324) وذلك ليتمكن من الحصول على المياه العذبة، حيث يصل بشبكة الجذور إلى مستوى الماء الأرضي.

groundwater ويشبهها البعض بأن هذا العملية تشبه حصول الإنسان على المياه فى الصحراء حيث يحفر الإنسان الآبار لرفع المياه إلى السطح، ومن أمثلة النباتات التى تقوم بهذه العملية شجرة الأثل أو العبل Tamarix وشجرة القطران المالح salt cedar والتى تماثل شجرة الأرز، حيث ترسل الأشجار بجذورها فى أعماق الأرض، ويشير البعض إلى أنه مجرد وجود مثل هذه الأنواع فى أى منطقة صحراوية دليل على وجود مياه جوفية أسفل السطح فى هذا الموضع الصحراوى (Norton & Company, 1965, p.65).

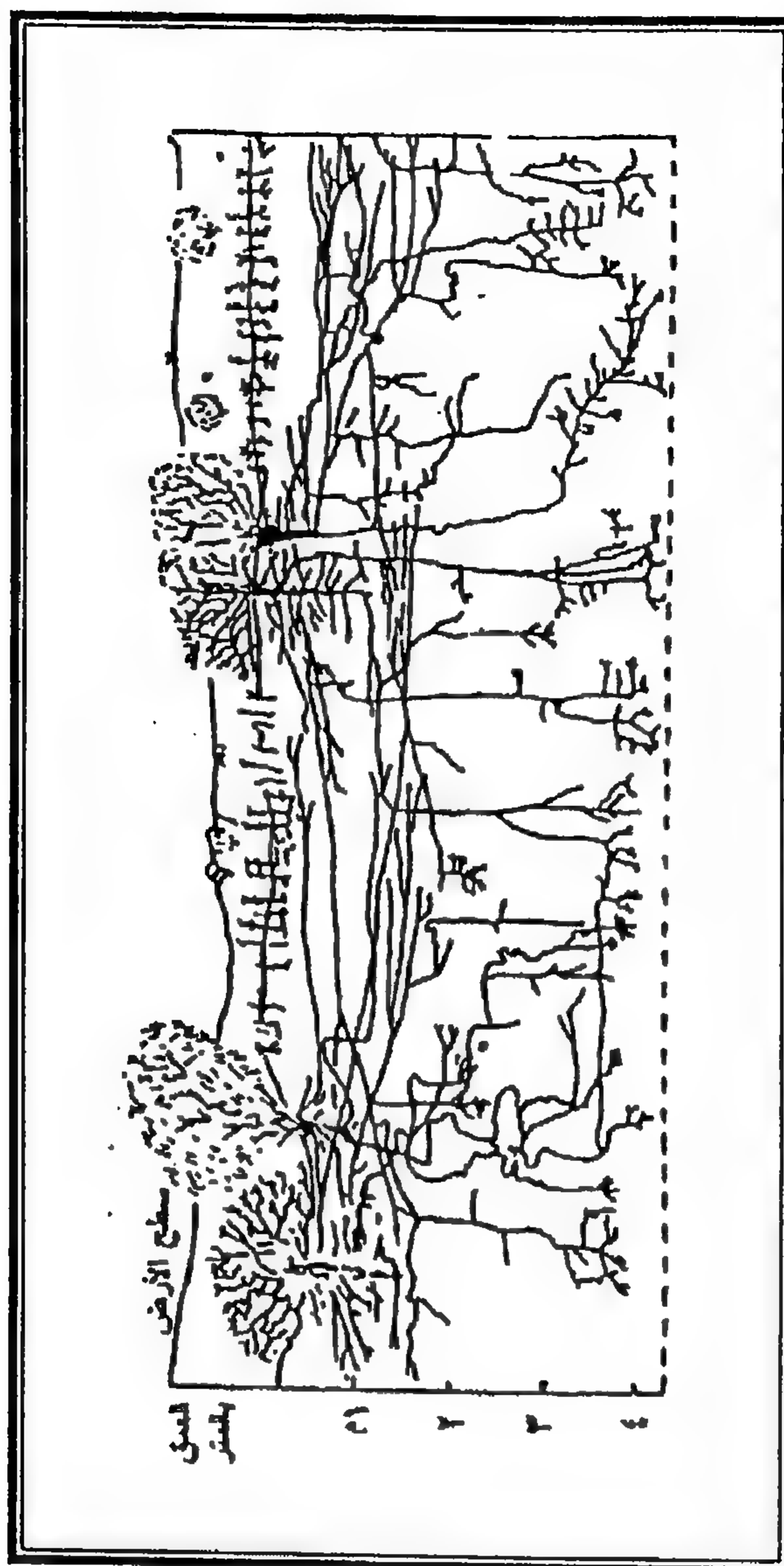
وتوجد نباتات تختزن المياه فى أوراقها مثل نبات الصبار والتين الشوكى وتصبح معظم مكونات الأوراق عبارة عن خلايا مشبعة بالرطوبة.

وتوجد طرق أخرى يتكيف بها بعض النباتات، سواء بتقليل المياه المفقودة من النبات، أو بتعديل وضع وضبط النبات فى الوقوف أو مواجهة العجز المائى وذلك بسلوك أفضل الطرق للحصول على المياه من الهواء مباشرة عن طريق الندى وتكثيف الضباب والمياه الموجودة فى شكل غازى (Tivy, 1993, p.234).

### التوزيع الجغرافى للنبات :

يوجد فى قارة آسيا فى الدول والمناطق التى تتسم بالجفاف أنواع ملائمة للبيئة، حيث نجد فى شمال الصين فى المناطق الجافة وشبه الجافة أنواع من الأرتيميزيا (نبات الشيح)، ونوع السالكس Salix، وبعض الأنواع من النباتات المحبة للملوحة فى الأراضي المنخفضة مثل Elymus (Eldridge & Squires, 2002, p.39).

أما فى صحارى زونجارييا- كازاخستان فتوجد نباتات متوسطة فى درجة تحملها للجفاف فى شكل أحراش أو شجيرات فى الصحارى الرملية، وتوجد أنواع العراد Salsola فى صحراء جوبى وحوض زونجارييا وهو نبات شوكى يتحمل الملوحة، بينما توجد الأرتيميزيا فى سهول البيدمونت الحصوية فى النطاق الصحراوى زونجارييا- كازاخستان، بينما فى الصحارى الحصوية



نظام توزيع جذور نبات الساكسول جنوب شرق صحراء كركورم

شكل (٦٠)

والحجرية توجد نباتات أحراش وأشباه أحراش تنمو فى رواسب جبسية  
(Petrov, 1976, pp.141-142)

أما فى النطاق الصحراوى الإيرانى - الطورانى الجاف فى آسيا فتنتشر  
النباتات المحبة للجفاف Xerophytic فى شكل شجيرات، والأشجار المرتفعة وتظهر  
الأحراش وأشباه الأحراش كمظهر نباتى، وتوجد فصائل الأرتيميا، والأعشاب  
Herbaceous مع وجود الأرتيميا مختلطة بها، وتتميز بوجود الأشنات وأنواع  
الغاسول Saltwort السنوية، مع وجود مناطق ملحية واسعة.

وفى صحراء وسط آسيا ومنغوليا تصبح البيئة فقيرة أو تختفى منها النباتات  
فى مناطق الكثبان والصحارى الحجرية وذات الأرضة الصحراوية وإذا وجدت  
فإن أنواع الغاسول يوجد فى مناطق قليلة.

وفى جنوب آسيا يوجد فى الهند أنواع المسكويت Mesquite ويستخدمه  
الهنود لإصلاح الأواني الفخارية المكسورة، ويصنع منها فحم نباتى وهو غنى  
بمادة السكر والمواد الحمضية ويصنع منه الكحول أيضاً (Norton & Company, 1965, p.85)  
ومتوزعة من السنط العربى Acacia Arabica ومن نوع السنغالية أيضاً وبعض  
الأشجار شبه المدارية (Petrov, 1976, p.39).

وفى شبه الجزيرة العربية توجد فى الكويت نباتات معروفة بأسماء محلية  
عربية مثل الرمث والعرفج والهرم والثمار والعجرم (جودة، ١٩٩٨، ص ٢٦١)،  
وفى قطر والبحرين حشائش وأعشاب فقيرة ومبعثرة ترتبط بسقوط الأمطار، بينما  
فى سلطنة عمان يوجد القرنة والرأبى والكحل وهى مقاومة للحرارة (المرجع  
السابق).

وفى المملكة العربية السعودية يوجد غرباً وفى الجنوب الغربى غابات  
العرعر والسنط، وفى الربع الخالى مجموعة الأورطى والعلب والفضا ومجموعة  
الرمث، ومجموعة الثمام Panicum ومجموعة العرفج، وتوجد الأكاسيا فى وديان

هضبة نجد وغيرها من الأودية والرتم Retama والأثل أو الطرفة، بينما يوجد فى الهضاب الصخرية النكد Anvillea والآرى والسلة Zilla (الشوربجى والشريف، ١٩٩٤، ص ص ٤٦٢-٤٧٠).

وإذا انتقلنا إلى القارة الأفريقية نجد فى مصر نبات الغسول الفوركانى وهو دائم ترافقه نباتات حولية فى الصحراء الحصوية، والطرفاء والغردق والعشر والعجرم والشويكة. وهناك نباتات الحنظل والسلة والسكران (مجاهد وآخرون، ١٩٩٠). أما فى الجبال والهضاب فبالأودية نباتات معمرة مثل القضبة والجريسة والحره والرسو وبعض الحوليات معها. وفى سيناء يوجد الاراك والعشر والأكاسيا، بينما فى واحات الصحراء الغربية يوجد العقول والطرفاء والسمار والحلفا والبوال والعجرم والسكران. (التركمانى، ١٩٨١) بينما يوجد فى جبل علبة جنوب شرق مصر نباتات أم البيت والعجوم والسماق والبطم والحماط والبلسم والقرمل والشت (مجاهد وآخرون، ١٩٩٠، ص ص ٣٨٠-٣٨٥). بالإضافة إلى نخيل الدوم hyphaene الذى يوجد بكثرة فى منخفض توشكى على طول درب الأربعين.

وفى السودان تنمو أشجار الأكاسيا والتضيب، والمسكويت إلى الشمال من الخرطوم وفى كسلا وكردفان، ونبات العشار الذى يزيد طوله عن مترين، وتنمو فى واحة أركويت نباتات شبيهة بالصبار وأكاسيا (Kassas, 1966, p.156).

ومن أشهر النباتات الطبيعية نمواً فى ليبيا نبات رانثيريم Rhanterium Suaveolent قرب بن قردان وسيدى طوى والمعروف فى البيئة العربية بالعرفج (Le Houérou, 2002, p.12) بينما فى تونس يوجد الارتميزيا والاستبس المعروفة هناك بنبات الحلفا فى المناطق الحجرية ومناطق الجبال. والاستبس هناك فى المناطق الأكثر جفافاً والمعروف بالاستبس الرملية، ثم الاستبس المفتوح جداً فى المناطق الصحراوية، والاستبس فى المناطق الملحية والتى تتخللها نباتات محبة للملوحة خاصة فى مناطق المنخفضات (Mabbutt & Floret, 1980, p.13).

وفي الجزائر يوجد الارتميزيا من نوع herba Alba الذي يعرف باسم الشيح بين العرب، ثم العجرم Anabasis، والنوع الثالث هو أعشاب الدورف ويعرف باسم حريف خاصة في الجزائر، والارتميزيا يلائمها ١٦٠ ملليمتر مطر، وحرارة ما بين ٥,٥-٣٣°م (Le Houérou, 2002, p.7).

وتوجد النباتات الطبيعية في قارة أمريكا الشمالية في جنوب غرب الولايات المتحدة. ففي صحراء أريزونا يوجد نبات Sop وأنواع من الصبار Cactus المنفردة والتي تكون لديها القدرة على الإمساك بكمية من المياه تبلغ ٥٠٠-١٠٠٠ جالون (Macdougal, 1912, p.455) وينمو في نيومكسيكو وتكساس نوع Lechugilla وتنتج ألياف تستخدم في أغراض صناعية. وتنمو في يوتاه شجرة الغزال sag، بالإضافة إلى نبات الشيح المعروف بالارتميزيا، والذي ينمو بكثافة كبيرة في الصحراء. أما في صحراء سونورا فتغطي النباتات نحو ١٠-٢٠% من السطح في بعض المناطق ومن النباتات : الاكاسيا والمسكوييت والصبار الكثرى Chollas وهو نبات شوكة. ويوجد في حوض سالتون في منطقة بحيرة أوتيرو ٦ أنواع نباتية فقط لشدة ملوحته، وينمو بعضها فوق الكثبان الرملية.

ويقسم القصاص النباتات في أمريكا الجنوبية في المناطق الصحراوية إلى عدة أنواع، منها ما هو صحراوي صرف مثل تلك الموجودة على ساحل بيرو وشمال شيلي، والإستبس الغني بالأشجار تتخللها تربة خالية من النبات في الفصل الجاف وتوجد في بونا وفي بتاجونيا، وشجيرات الصبار وتوجد في بيرو وفي أنتي بونا بالأرجنتين. وتوجد الغابات والشجيرات الشوكية Thorn Forest بصورة تبدو عبارة عن أدغال طويلة وأشجار قصيرة ومنخفضة وأوراق صغيرة الحجم ومنها أشجار المسكوييت وسط شيلي. ثم أنواع تسود فيها الأحراش والأشجار والشجيرات الصغيرة والمناخ أقل جفافاً ومنها ما هو وسط شيلي أيضاً. وأخيراً نجد الاستبس الحشائشي المحبة للجفاف وتبدو بصورة متباعدة، ومنها إستبس غرب بتاجونيا (Kassas, 1966, p.162).

وتتمو في شمال شرق البرازيل في المنطقة الجافة dry الغابات في هيئة  
أشرطة ضيقة ذو كثافة معتدلة على طول الأجزاء المنخفضة من الأنهار الموسمية  
وعلى جوانب السفوح التي تستقبل رطوبة في صورة ندى Dews أورزاز، وتوجد  
نباتات محبة للملوحة، كما ينمو البطيخ والبقول المائي Water beams ونوع  
Vasantes (Freise, 1938, p.365). وهناك نوع من مجموعة النباتات الصحراوية  
الذي ينتشر في الصحاري الأمريكية بدرجة كبيرة وهي الصبار والتين الشوكي  
Cacti وكانت قد نمت منذ ٥٠ مليون سنة هناك قبل نشأة الجبال الغربية في ظروف  
مدارية رطبة، ولما تغيرت الظروف الطبيعية والمناخية خاصة تكيف النبات مع  
الظروف الجديدة. وبعض من فصائله تنمو في الانديز الغربية، وتبدو بشكل نباتات  
اسطوانية أو دائرية، وهذا المظهر يقلل من سطح النبات لأدنى حد ممكن فيقلل  
التبخر، بالإضافة إلى أنه يخزن الماء حيث يقوم بإغلاق الفتحات والمسامات  
الموجودة بأسطح النبات حينما يكتمل تشبعه بالمياه. ويوجد هذا النوع في  
البرازيل وتقوم الماشية برعيه مثلما الحال في استراليا وفي المكسيك (Norton &  
Company, 1965, p.68)

وأخيراً في صحراء القارة الاسترالية نحو ٢٦٠٠ نوع من أنواع النبات تم  
التعرف عليها، بعضها يوجد في رمال الصحراء في المواضع المنخفضة بين  
محاور الكثبان والحافات الرملية والتي تعتمد على المياه المحتمل وجودها تحت  
السطح ومنها شجيرات الخيس bruch بينما يوجد نبات pindan فيما وراء الحافات  
الرملية. وإذا اتجهنا من صحراء غرب استراليا نحو الجنوب يتغير المظهر وتظهر  
أشجار الصمغ الصخراوي، ثم الحشائش الشوكية spinifex ثم الحشائش العادية  
والتي أزيلت في الماضي بفعل الرعي. وفي الحدود الشمالية للصحراء ينمو العشب  
بارتفاع بضعة أقدام (Clapp, 1926, pp. 220-229).

### التطبيق على السعودية :

تتميز النباتات الطبيعية في السعودية بعدة خصائص من أهمها :

١ - أنها نباتات تقاوم الجفاف عن طريق تقليل النتج من الأوراق.

٢- هي ذات جذور عميقة للحصول على الماء من باطن التربة.

٣- أن معظمها نباتات فصلية أو حولية.

٤- تخزن بعض النباتات المياه بطرق مختلفة ولذا فإنها نباتات عصارية.

وتتقسم النباتات في المملكة إلى مجموعتين كبيرتين هما النباتات الحولية والتي تنمو في فصل واحد من فصول السنة، والنباتات المعمرة، والتي توجد على مدار السنة. ومما لاشك فيه أن البيئة الصحراوية في المملكة قد انعكست ظروفها على نمو أنواع نباتية عشبية تنمو في فترة معينة من السنة عقب سقوط الأمطار القليلة، ومن هذه الأنواع : حميرا، قطنية، خريمة، وخزامى، سكران، تربة، مكنان، وبيرة، ونفل، وقرمل .

أما النباتات المعمرة في هذه البيئة فلاشك أنها سوف تكون أقل نسبياً في الانتشار، وإذا وجدت فإنها تكون في مواضع محددة مثل الروضات، وبطون الأودية ونطاق الباطن والبطين، وحول منابع العيون. ومن أمثلة أنواع النباتات المعمرة: حمة، رمرام، العوسج، الثمام، العرفج، الحرمل، الشنان، والأثل .

### أقسام النبات حسب الأقاليم الجغرافية بالمملكة :

إذا نظرنا إلى الأقاليم الجغرافية للمملكة العربية السعودية بدءاً من الشرق إلى الغرب نجد أن الإقليم الشرقي والذي يعرف تجاوزاً بالمنطقة الشرقية يضم أكثر من ١٠٠ نوع من الأنواع النباتية، أغلبها أسماء محلية، ومنها غبيراء، سهيباء، تربة، شوع، شواد، أرطى، قطف، الطرفاء، جرجير، حارة، لفل، سعدان، حُلوة، قُرم، فرس، مكنان، عكرش، خافور، سعد .

ويضاف إلى هذه النباتات مجموعة أنواع أخرى ترتبط بالسبخات والملاحات، وأخرى ترتبط بالبيئة البحرية مثل نبات المنجروف الذي ينمو على الشاطئ الشرقي في الدمام والقطيف وغيرها .

أما الإقليم الأوسط فهو إقليم هضبة نجد، حيث تنمو في كثير من جهاتها



الغطاء النباتي في المملكة العربية السعودية

شكل (٦١)

أشجار الأثل واليتموم والحسك والزلا، كما ينمو العرفج والرمث. وتنمو الأعشاب الرعوية وكذلك الخبازى والبرسيم البرى. وفى نطاق الدهناء ينمو نبات الصمعاء والثمam (أبو العلاء ١٩٧٩).

بالانتقال إلى الإقليم السهل ثم الهضبة إلى إقليم جبال البحر الأحمر، السروات والحجاز، تزدهر الحياة النباتية نسبياً، وتنمو حشائش المراعى، ونبات السلم يلاحظ أنه يوجد فى مجارى الأودية، وتنمو أشجار كثيفة من نوع العرعر، والسدر والأراك، وأشجار اللبينة، والزيتون البرى، والأكاسيا .

وفى إقليم السهول الساحلية المعروف بسهل تهامة حيث التربة ناعمة نسبياً، وهناك وفرة نسبية فى الموارد المائية تغزر الحياة النباتية، وتصبح النباتات أكثر ارتفاعاً وأكثر تشابكاً، فينمو العبل والأثل والسنت (أو الأكاسيا) وأشجار السمر والسلم والطرفاء والسدر والأراك، إضافة إلى أنواع كثيرة من النباتات المحلية، وأخرى نباتات شاطئية مثل المنجروف على السواحل، وعلى شواطئ الجزر وداخل الأخوار.

### ثالثاً : الحيوان

تتعدد الحيوانات التى تعيش فى البيئة الجافة وتلك القاحلة أيضاً. فالبيئة الجافة التى تنمو فيها الحشائش السافانا أو الاستبس تنشر بها حيوانات آكلة العشب مثل الأبقار والجاموس البرى، وحيوانات مستأنسة مثل الخيول والحمير واللاما، إضافة إلى حيوانات برية أخرى مثل الضباع والذئب، والأسود والنمور.

وهناك حيوانات زاحفة مثل السحالى والورال والضب، والفئران والقطط، وزواحف سامة مثل الكوبرا والعقرب، وتلك التى تعيش فى شقوق صخرية وكهوف وحفر تجنباً للحرارة والجفاف مثل فأر الصحراء (الجربوع) والأرانب وحتى الطيور، ويعد الجربوع وحيوان الكانجرو من الحيوانات الليلية التى تمضى نهارها تحت الأرض فى بيئتها الخاصة حيث تكون الرطوبة أكثر منها فى الهواء الخارجى بنحو ٥ مرات أو يزيد (والطون، ١٩٩٨، ص ١٤٣).

وتوجد حشرات تنتشر في البيئة القاحلة والجافة مثل الذباب والجراد ومنه الجراد الأحمر، والجراد الأفريقي المهاجر، والجراد الصحراوي، ونطاق انتشارها يكون في صحارى العالم القديم، وتتحكم في هجرة الجراد الأمطار الفصلية في إقليم البحر المتوسط وإقليم السافانا.

ومن أكثر الحيوانات المستأنسة انتشاراً في صحارى العالم القديم : الجمال والأغنام والماعز، وذلك لقلة احتياج الأخرى (الأغنام والماعز) للغذاء حيث تعيش على رعى الأعشاب الفقيرة، على العكس من الأبقار والجاموس والخيول.

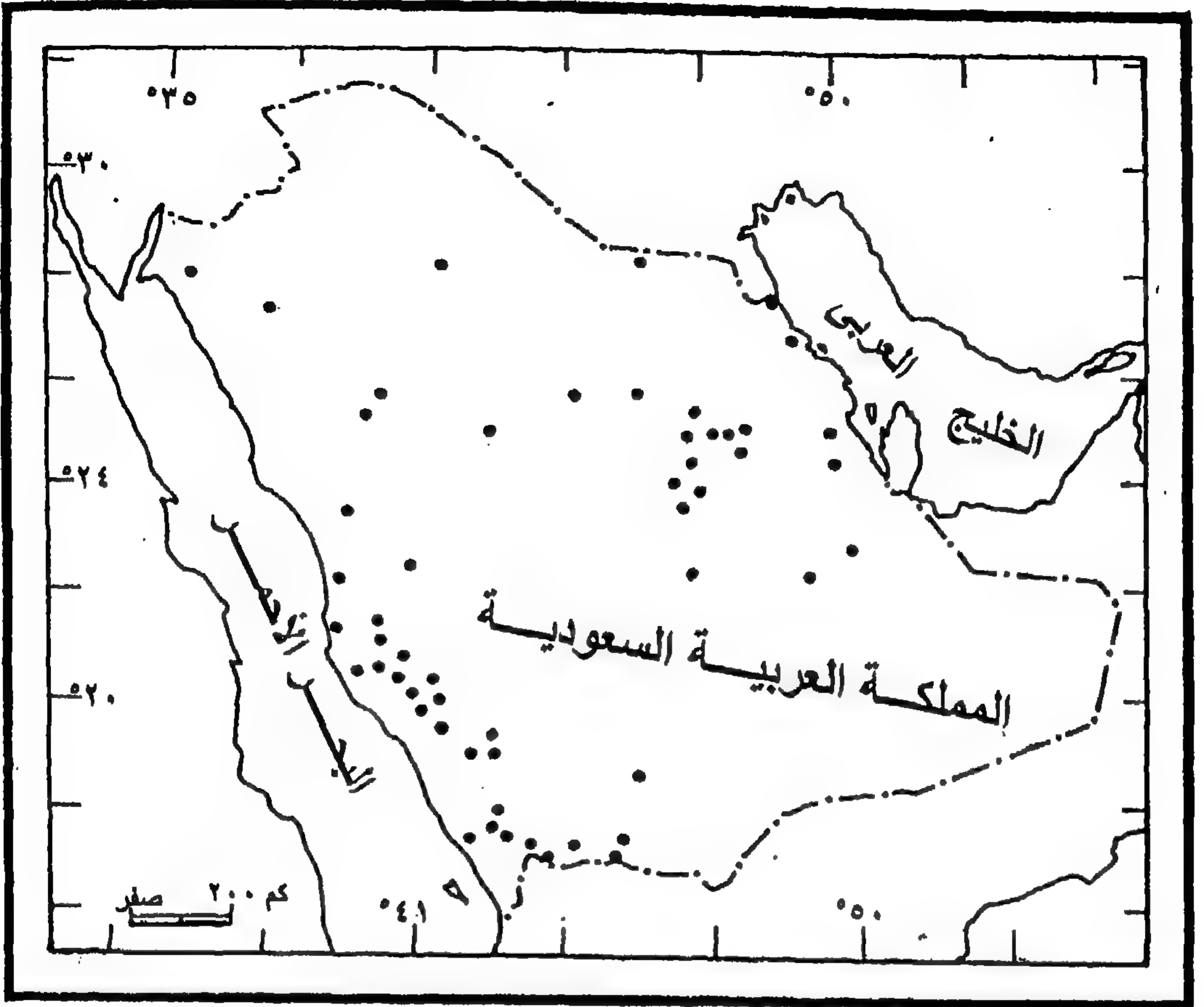
### التطبيق على المملكة :

١- حيوانات الجبال: وهى متنوعة، وترتبط بالغنى النباتى فى الأودية والسفوح مثل البقر الوحشى والذى يعرف باسم المها والغزلان والوعول فى وسط جبال الحجاز ومنطقة تبوك، ومنطقة حرة الحرة، أما حيوان القردة فينتشر فى جبال الحجاز وعسير.

وفى جبال طويق توجد الغزلان والوعول والقطط البرية والذئاب والأرانب كما توجد فى هضبة الصمان أيضاً والتي تنتشر بها الدحول والكهوف وتمثل مرفأ تأوى إليه كثير من الحيوانات البرية والزواحف والطيور أيضاً. وتعيش الماعز والذئب العربيان فى جبال الحجاز والسرورات.

٢- حيوانات الهضاب : تعيش فى الهضاب الشمالية الوعول والثعالب، وبعض الذئاب وبعض الزواحف مثل الضب والأرانب (الوليعى، ١٩٩٧) وتوجد النمر بكثرة فى هضاب شمال غرب المملكة وفى الثلث الجنوبى لمرتفعات عسير.

أما فى هضبة العرمة وهضبة الصمان شرقى الرياض فتوجد هناك الثعالب، إضافة إلى وجودها فى الأجزاء الهضبية المتفرقة فوق سطح هضبة نجد حيث يوجد النمر والضبع وابن آوى (التركمانى، ٢٠٠٥، ص ٢٩٣).



توزيع الذناب في المملكة العربية السعودية  
شكل (٦٢)

٣- حيوانات السهول: وتتمثل أساسا في حيوانات صغيرة الحجم، وقد تكون أقل شراسة وأقل خطورة على الإنسان، والتي منها القط الرملى الذى ينتشر فى الدهناء، والمنطقة الشرقية حيث صحراء الجافورا الرملية وينتشر وجوده حتى الحدود الشمالية مع الكويت وتتميز هذه المنطقة بغناها النسبى فى النبات الصحراوى ونباتات المستنقعات ونباتات السواحل وتمثل بيئة نباتية غنية مع رمال الصحراء تصلح لوجود هذه الأنواع الحيوانية. ويوجد أيضا ثعلب الرمال Sand Fox فى الشمال بمحور شرقى - غربى من الدمام حتى حفر الباطن، ويوجد حيوان آكل العسل فى الأحساء وأبو حدرية.

وتنتشر غزلان فى السهول الرملية من نوع الوضيحى والريم فى صحراء الربع الخالى مرتبطة ببعض الحشائش والأعشاب فى البيئة المستنقعية التى تنتشر بين كثبان الربع الخالى إضافة إلى الذئب والثعلب والزواحف مثل الورال والضب والثعابين (المرجع السابق، ص ٢٩٥).



## الفصل التاسع

### الأنشطة الاقتصادية

بالأراضي القاحلة والجافة

(الجانب النفعي)



## الأنشطة الاقتصادية بالأراضي القاحلة والجافة

امتدت يد الإنسان بالنشاط الاقتصادي في المناطق الصحراوية القاحلة arid مثلما امتدت إلى الأراضي الجافة dry، وتتوسع النشاط الاقتصادي ما بين الزراعة والرعي، كما تطور هذا النشاط إلى حد التعدين لتلبية حاجة الأنشطة الصناعية بالدول المختلفة، ووصل الأمر إلى أن أصبحت هذه المناطق المعين الرئيسي في الموارد المعدنية لدول كثيرة، بل وأصبحت في أحيان كثيرة عصب اقتصاد الدولة، ولذا يمكن معرفة جوانب هذه الأنشطة، نعقبها بدراسة نماذج مختارة، وطرق مواجهة الجفاف.

### أولاً : الزراعة :

تعرف دي مارتون من خلال معاملات الجفاف التي توصل إليها وسبق ذكرها على علاقة الزراعة بمعاملات الجفاف التي حددها عام ١٩٢٧، حيث وجد أن المعامل الأقل من ١٠ يصعب وجود عملية زراعية، بينما المعامل من ١٠-٢٠ تسود فيه الزراعة الجافة (De Martonne, 1927, p.409). أما أنواع الزراعة المروية في المناطق الجافة فقد اعتمدت على حفر الآبار العديدة لاستخراج المياه اللازمة للزراعة مثلما حدث في المملكة العربية السعودية وفي ليبيا والسودان وغيرها كثير أو على الأنهار التي تقطع النطاق القاحل مثل نهر النيل في مصر.

وعلى مستوى القارة الواحدة نجد مثلاً في قارة آسيا أن المساحة المروية في منغوليا لا تزيد عن ٢,٧% فقط من جملة الأراضي المزروعة والقابلة للزراعة والتي تبلغ ١,١٦ مليون هكتار أما باقي الأراضي فتزرع زراعة مطرية أو ما زالت تحت التنمية ولم تستغل بعد. وبالعكس الحال نجد أن النسبة تزيد في باكستان إلى ٧١,٦% من جملة الأراضي المزروعة والقابلة للزراعة حيث تعتمد على نهر السند في أعمال الري وأنشأت الحكومة شبكة من قنوات الري لهذا الغرض. وفي إيران يتم ري ٣٧% من الأراضي المزروعة والقابلة للزراعة من الأنهار والقنوات المحفورة لرفع المياه الجوفية.

وقد أمكن فى الآونة الحديثة الاستقرار فى سهوب روسيا وأوكرانيا وزراعة مساحة كبيرة فيهما فى نطاق الاستبس الجافة وشبه الجافة، حيث الأمطار الفصلية بين ٣٠-٦٠سم، والجفاف عادة يكون معتدلاً، وهى أراضي شبه قاحلة Semi arid وتم ممارسة الزراعة بمساعدة الري من المياه الجوفية وحدث نوع من التحول من الرعى إلى الزراعة وأصبح يزرع القمح هناك (Marsh & Grossa, 1996) كما أنه قد قدر بأن مساحة الأراضي فى نطاق الاستبس الجاف والصحارى الشمالية شبه الجافة أو شبه القاحلة تبلغ حوالى ١٠ مليون هكتار من الأراضي الرملية التى يمكن زراعتها على المياه الأرضية التى تقترب المياه الجوفية فيها من جذور النباتات (Manaenkov, 1996, p.53).

وقد تم زراعة نحو ١٠٠٠ هكتار فى الكويت تعتمد كلها على الري من المياه الجوفية، شأنها فى ذلك شأن الإمارات العربية التى زرعت ٥ آلاف هكتار، أما فى السعودية فزرع بها حتى عام ١٩٨٦ نحو ٠,٤ من المليون هكتار، (Zonn, 1986, p.27) وأصبح يزرع منها الآن نحو ٠,٢% من جملة مساحة الدولة، وأن نحو ٢٠% من هذه النسبة هى زراعة مطرية، وتزيد نسبة الأراضي المروية فى اليمن إلى نحو ١٠% من الأراضي المزروعة والقابلة، بينما أغلب الأراضي تروى بالمطر مباشرة حيث نظام الزراعة المطرية على سفوح الجبال.

وتعتمد دول كثيرة فى القارة الأفريقية -والتي تقع ضمن الأراضي الجافة والقاحلة - على الزراعة المروية من الأنهار كما فى مصر والسودان، حيث أن الزراعة المطرية فى مصر محدودة وتقتصر على الهامش الساحلى الشمالى لمصر سواء شمال سيناء أو على الساحل الغربى لمصر، وإن كانت الزراعة المطرية فى السودان أكبر منها فى مصر، حيث لا تزيد المساحة المروية فى السودان عن ١٣% من الأراضي الزراعية والقابلة للزراعة، وتمارس الزراعة المطرية فى كسلا شرقاً وفى كردفان ودارفور غرباً. أما تنمية مشروع الوادى الجديد ومشروع شرق العوينات (  $\frac{1}{6}$  مليون فدان) ومشروع توشكى ٠,٤٥ من المليون فدان، ودرب الأربعين كلها مشروعات تعتمد على الري من المياه الجوفية من الخزان

النوبى فى الصحراء الغربية فى مصر.

وفى ليبيا تم زراعة ١٣٥ ألف هكتار وتعتمد على الري، وامكن زراعة عديد من الأودية الشمالية بالإضافة إلى زراعة الواحات مثل جغبوب والكفرة فى الشرق والجنوب على التوالي، وأمكن عمل سدود (حوالى ١٧ سد) لحجز المياه لأغراض الزراعة فى الأودية الشمالية خاصة فى درنة وطرابلس وزليطن (Margate & Kamal, 1984) ويزرع فى الجزائر نحو  $\frac{1}{3}$  مليون هكتار على الري تمثل حوالى ٥% أيضاً من الأراضى المزروعة والقابلة للزراعة، وفى تونس لا تزيد عن ٢,٨%، وتقل فى المغرب إلى ٠,٦%، وتتراوح ما بين ٣,٥ - ٥% فى دول غرب أفريقيا.

أما فى دول جنوب أفريقيا فهى لا تزيد عن ٢٠٠٠ هكتار فى بتسوانا بنسبة ٠,٢% وفى منطقة القرن الأفريقى ولا تزيد عن ٤٦ ألف هكتار فى كينيا وتقل لأدنى حد فى إثيوبيا والصومال وجيبوتى.

وفى الغرب وجنوب غرب أمريكا الشمالية عملت مشروعات زراعية اعتماداً على المياه الجوفية فى أريزونا، كما نقلت مياه الري إلى المناطق الجافة بعد إنشاء السدود على نهر كلورادو ومن أهمها سد هوفر، وأنشئت القنوات التى تحمل المياه إلى الحقول، وتحول نحو مليون هكتار من السهول العظمى إلى أراضى مروية فى فترة قصيرة نسبياً أيضاً (Sheridan, 1986, pp.97-98) وتزرع فى المكسيك نحو ٥,١ مليون هكتار على الري تمثل نحو ٢٢% من المساحة المزروعة والقابلة للزراعة فى المناطق الجافة. وتمارس الزراعة فى شمال شرق البرازيل بأمريكا الجنوبية اعتماداً على الزراعة المطرية خاصة فى سلسلة جبال أرايب التى تعتمد فيها الزراعة على مياه قطرات الندى (Freise, 1938, p.371). وفى غربى الأنديز تمارس الزراعة، وتزرع الخضروات والذرة، ويتم زراعة سفوح الجبال والأودية الجبلية غربى الجبال، وقد أمكن قيام زراعة محدودة على المدرجات المرتفعة، ويتم الزراعة باستخدام مياه الري حيث يزرع نبات الألفا ألفا

وبعض الحبوب وتربى الأغنام والخنازير (James, 1926, p.214) كما أن الزراعة المروية بالأرجنتين تتم على مياه الأنهار المختلفة، وتبلغ مساحتها نحو ١,٥ مليون هكتار تمثل ٤,٥% من جملة المساحة المزروعة والقابلة للزراعة.

وتنقسم زراعة المحاصيل في النطاق الجاف في استراليا إلى قسمين : الأول يتطلب الري حيث تزرع نباتات الألفا ألفا كعلف للخيول، والثاني لا يتطلب ري ومن أهمها الخضروات وقليل من الفاكهة. وتعتمد الزراعة على المياه الجوفية العميقة ذات التكلفة العالية (Buckley, 1985, p.183) وتبلغ المساحة المروية نحو ١,٥ مليون هكتار (Zonn, 1986, p.27) تمثل نسبة قدرها ٣,٤% من جملة المساحة المزروعة والقابلة للزراعة.

### ثانياً : الرعى :

يمثل الرعى حرفة أساسية قد يكون لها انتشار مساحي أكبر من حرفة الزراعة في الأقاليم القاحلة والجافة. وتنتشر حرفة الرعى في آسيا في صحارى منغوليا وهضبة التبت ووسط آسيا وفي جنوب غرب آسيا في صحراء شرق سوريا وشرق الأردن وفي شبه الجزيرة العربية.

ومنذ فترة وحتى عهد قريب كان يسود الرعى في شبه الجزيرة العربية قبل أن يحل البترول محل الرعى كنشاط رئيس ، ويتحول الكثير إلى العمل بالزراعة على الآبار الارتوازية، وأصبحت الأنشطة التعدين والصناعة عماد اقتصاد معظم دول شبه الجزيرة العربية، ومع كل هذا فما زالت حرفة الرعى موجودة تمارس في وسط وغرب وشمال المملكة العربية السعودية. وتوجد المراعى الجيدة بمساحة أقل من المراعى المتوسطة، في حالتها، وتتركز المراعى الجيدة في حوض وادى الرمة وفي أعالي جبال عسير، بينما المراعى المتوسطة في حالتها النباتية توجد بشكل يحيط بالمنطقتين السابقتين بالإضافة إلى المنطقة الشمالية في هضبة الحجرة وحره الحرة ووادى السرحان كما في شكل (٦٣).

وفي القارة الأفريقية نجد أن الرعى في مصر في شبه جزيرة سيناء هو

رعى أودية جبلية بينما فى الشمال يمثل رعى سهول وكثبان رملية، ويقل الرعى على هوامش وادى النيل وفى الواحات بينما يوجد بوضوح فى شمال وشمال غرب مصر حيث جماعات أولاد على الذين يتحركون عبر الحدود الليبية ولهم اتصال سكانى ومكانى مع جماعاتهم فى شرق وشمال شرق ليبيا. وتمثل منطقة حلايب وشلاتين منطقة رعى أساسية حيث يوجد جبل علبة جنوب شرق مصر ومنطقة أخرى غنية بالحياة النباتية، وتوجد قطعاً من الإبل والأغنام والماعز، وإعداد الإبل ٥٠ ألف رأس والأغنام ٤٠ ألف رأس والماعز ٣٠ ألف رأس (عبد الرحمن ، ١٩٩٧، ص ٦٦).

ويمثل الرعى عماد الحياة لمعظم السكان فى الأجزاء الداخلية فى ليبيا، أما فى تونس فيتم رعى الجمال والخيول والماشية والخنازير بإعداد تتراوح بين ١٠ آلاف للخيول، و ١٥ ألف للماشية، و ١٢٠ ألف من الجمال ونحو نصف مليون من الخنازير، وهى تفضل نباتات مراعى الأراضى القاحلة، لذا يعتمد الرعى على مراعى الأراضى الجافة والصحارى بنسبة ٨٠% (Mabbutt & Floret, 1980, p.13).

ويوجد الرعى فى السودان فى القطاع الأوسط والشمالى منها، الأول يتم فيه رعى الأبقار حيث تقوم به قبائل البقارة الذين يتحركون بين الشرق والغرب فى جماعات وكل له نفوذ منطقة الرعى الخاصة بها، بينما فى القطاع الشمالى توجد جماعات الكباش الذين يعملون برعى الأغنام والماعز حيث البيئة أقل غنى وأشد فقراً فى الحياة النباتية. ويعمل السكان فى الصومال بالرعى بأعداد كبيرة من السكان خاصة رعى الإبل، بينما فى كينيا يعمل قطاع كبير برعى الماشية فى الأراضى الجافة arid. أما فى جنوب أفريقيا فيتم الرعى فى صحراء كلهارى وناميب، ويقوم به بعض جماعات من البوشمن والهوتنتوت.

وفى أمريكا الشمالية جنوب غرب الولايات المتحدة وصل الهنود الحمر إلى شمال المكسيك وشبه جزيرة كاليفورنيا السفلى وعاشوا حياة بدوية، وكان أغلبهم فى وادى كلورادو الأدنى، واشتغلوا بالرعى، وقسموا أنفسهم جماعات، عدد أفراد

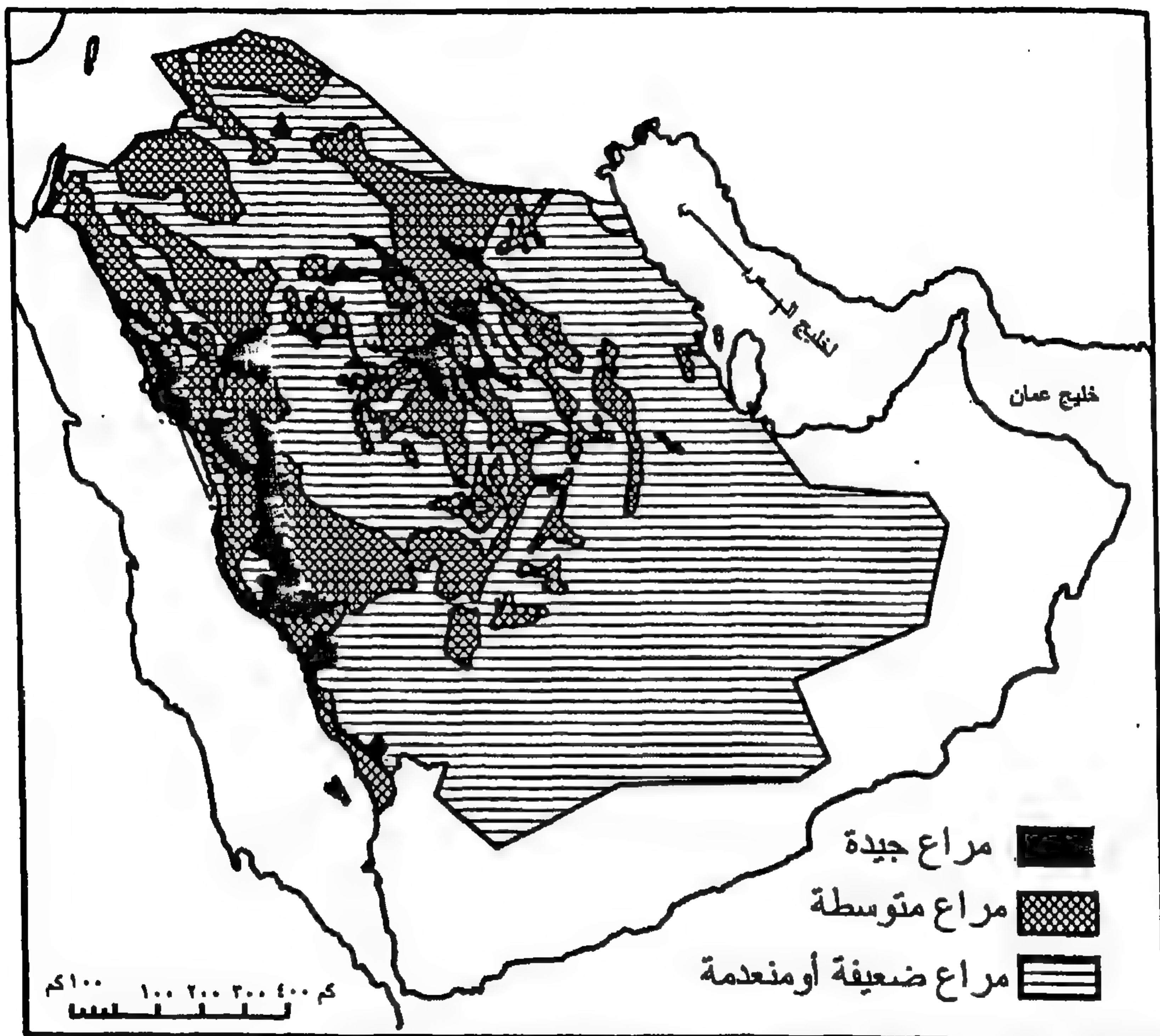
الجماعة الواحدة ٨٠-٩٠ نسمة، وعملوا بالصيد إلى جانب الرعى أيضاً. وفي الآونة الحديثة أصبح النشاط الرعوى شبه منظم ويلقى عناية حكومية ودعم.

وفي أمريكا الجنوبية يتم رعى الأغنام والخنازير في صحراء أتكاما في بعض فترات السنة فوق جبال الانديز في فترات سقوط المطر، وقد تصبح المراعى غنية، وإذا زادت الأمطار في الأرجنتين على الجانب الشرقى للانديز فإن الحيوانات تأتي من سهول الأرجنتين للرعى (James, 1926, p.214). وتتحرك الماشية في البرازيل من المناطق الجافة في الداخل حيث نشاط الرعى إلى المناطق الهامشية الغنية على حافة الإقليم الساحلى، (Freise, 1938, p.373). والرعى فى استراليا يمثل حرفة أساسية، ويرجع تاريخ المراعى فى استراليا إلى ١٠٠ سنة ماضية (Mabboutt, 1986) كما أنه يمثل استخداماً أساسياً للأراضى منذ تعمير الأوربيون، ويتم الرعى فى السهول الرملية الجافة وسط استراليا. وفى نطاق الحشائش الحارة شبه الجافة غالباً ما تخصص كليةً لرعى الماشية (Buckley, 1985, p.174) بالإضافة إلى أراضى الحشائش فى الغرب، حيث تربي المواشى فى منطقة كمبرلى فى شمال غرب استراليا بإعداد كبيرة فى مساحة تبلغ ٢٥ ١/٣ ليون هكتار فى برارى السافانا.

### ثالثاً : التعدين ومصادر الطاقة :

ينتج من المناطق القاحلة كثير من موارد الطاقة، حيث ينتج البترول من حوض تاريم وحوض تساي دام فى الصين فى الوسط الغربى، وفى روسيا ينتج من حول بحر قزوين، كما ينتج من إيران والعراق ودول شبه الجزيرة العربية وكلها تقع فى نطاق الأراضى القاحلة، كما أنه بالمملكة العربية السعودية والعراق أكثر من ١/٣ احتياطى العالم من البترول (٢٦+١٠% على التوالى) وبالكويت وإيران ٩,٥% و ٩,٤% أيضاً على الترتيب حسب إحصاء ١٩٩٦ (Marsh & Grossa, 1996, p.149)

وينتج الغاز الطبيعى والبترول من المناطق الجافة. بالقارة الأفريقية فى كل



المصدر: عن أطلس المملكة العربية السعودية ١٩٩٩

أنواع المراعى فى المملكة العربية السعودية

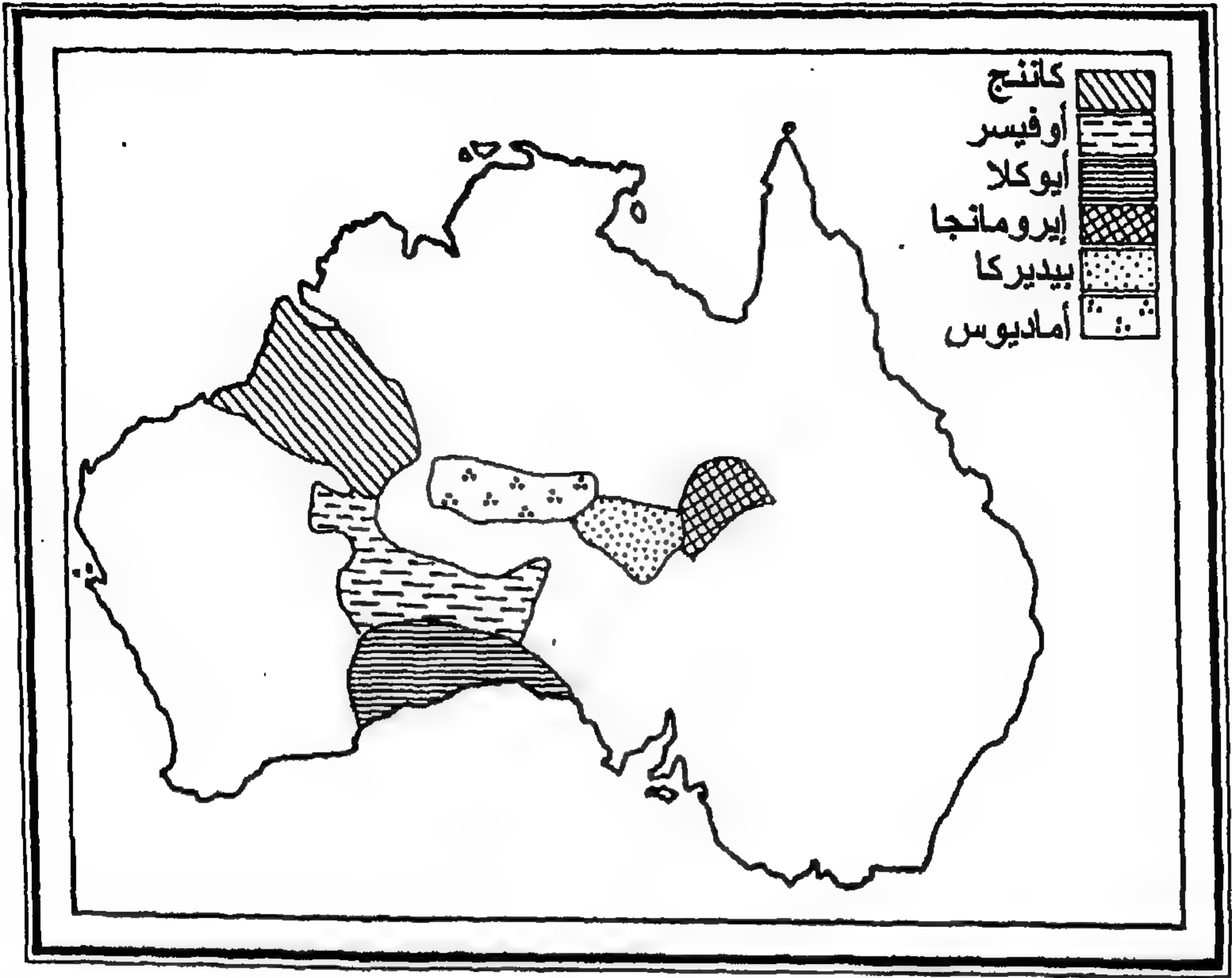
شكل رقم (٦٣)

من مصر فى سيناء والصحراء الغربية، وفى السودان ينتج حديثاً، وينتج من الصحراء الليبية والصحراء الجزائرية، ومن النيجر، كما يُنتج الغاز الطبيعى من جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية من النطاق الجاف والقاحل، بالإضافة إلى إنتاجه من هضبة بتاجونيا من الإقليم الجاف فى جنوب الأرجنتين. وإذا نظرنا إلى إستراليا نجد عدة أحواض رسوبية تستخرج من بعضها البترول، أما الغاز الطبيعى فينتج من النطاق الجاف من حوض مري فى الوسط الشرقى، ومن الركن الغربى للقارة.

وإنتاج البترول والغاز الطبيعى فى استراليا يتم فى حوض إيرومانجا فى الركن الشمالى الشرقى لاستراليا الجنوبية والمناطق المجاورة لها فى كوينزلاند الداخلية، وتضم هذه المنطقة أكثر من ٢٠ حقلاً محدداً بوضوح، بعضها ينتج البترول وأخرى تنتج الغاز الطبيعى ومجموعة ثالثة تنتجها معاً. أما حوض كاننج فيه الآن نحو ٨٠ موقعاً منتجة للبترول والغاز، بالإضافة إلى الأحواض الأخرى العديدة مثل أماديوس، واويوكلا، وبديكا، كما هو موضح بالخريطة (Buckley, 1985, p.181) شكل (٦٤).

أما فى وسط شيلي فينتج الفحم ويعوض المنطقة عن النقص فى البترول. وتنتج الأراضي القاحلة والجافة معادن أخرى كثيرة وبكميات وفيرة، منها إنتاج النحاس فى الجزائر والمغرب والصين، وينتج فى شيلي من المنحدرات الغربية لجبال الإنديز خاصة فى النصف الشمالى للدولة، كما ينتج فى بيرو (محسوب والتركمانى، ٢٠٠٠، ص ٣٠٦) كما ينتج النحاس من استراليا من منطقة بيليرا وهى أكبر مجمع تعدينى، ويعدن من سلاسل النحاس فى غربى استراليا ومن تل دنجو ومن جبل وودز فى الجنوب (Buckley, 1985, p.179).

ويعدن الحديد فى مصر من الصحراء الشرقية والصحراء الغربية فى الواحات البحرية، وبعض مناطق بلاد المغرب العربى، ومن وسط استراليا ومن المنطقة الغربية.



المصدر: Buckly, 1985

## الأحواض الرسوبية الحاوية على البترول في استراليا شكل (٦٤)

ويعدن الذهب في الولايات المتحدة من الصحراء في جنوب غرب أريزونا وكلورادو من أماكن عديدة خاصة في وادي كلورادو منذ قبل عام ١٨٦٠م (Sykes, 1927, p.64). أما في شمال شرق البرازيل فقد اكتشف الذهب في ١٧١٥م بالإضافة إلى معدن الدياموند في الهضبة الوسطى من ساوباولو مما جذب أصحاب المشاريع نحو شمال شرق البرازيل (Freise, 1938, p.372) بينما في استراليا يعدن الذهب والنحاس من منطقة سد أوليمبيك جنوب استراليا على الهامش الجنوبي

للنطاق الجاف الأوسط، وينتج المنجم ٦,٥ مليون طن / السنة من الخام، ١٥٠ ألف طن / السنة من النحاس بالإضافة إلى اليورانيوم (Buckley, 1985, p.179). كما يعدن الذهب أيضاً والفضة في بوليفيا من الهضبة.

ومن أكثر الموارد المعدنية أهمية في البيئات الجافة الفوسفات والنترات التي تستخدم في صناعة المخصبات للأراضي الزراعية وصناعة بودرة البنادق، وتوجد في شيلي بدرجة كبيرة على طول امتداد الوادي الطولي الغربي والمنخفض ومناطق السبخات المعروفة باسم Salars، ومن أهم واحات إنتاجه هي واحة تاكنا Tacna حيث يصدر من ميناء أريكا. وتوجد أربعة مقاطعات تنتجه وهي تاراباكا، وتوكوبيلا، وأنتوفجستا، وأجواس بلانكا وهي توجد كرواسب تم ارسابها طبيعياً وتوجد بشكل تجارى (James, 1926).

وقد اكتشفت النترات في صحراء أتكاما عام ١٨١٢، وهي عبارة عن نترات الصوديوم التي توجد في الصحاري الأخرى بكميات صغيرة، وتوجد في شكل طبقات محددة أسفل السطح بقدم واحد وعلى هوامش السبخات في أحواض البولسون.

أما في مصر فيعدن الفوسفات من جبال البحر الأحمر، ومن هضبة أبو طرطور بين الواحات الخارجة والداخلة ومن منطقة السباعية شرق وادي النيل إلى الشمال من أسوان، ويقدر المخزون في هضبة أبو طرطور بحوالى ٩٩٨ مليون طن، ويمكن إنتاج ٥,٧-٧,٢ مليون طن/ السنة حسب البدائل المقترحة.

### ثالثاً : النقل

النقل في الصحاري والأراضي أصبح يلقى اهتماماً كبيراً، فبعدما كانت هذه المناطق مجهولة منذ قرنين ويصعب ارتيادها، وتتجنبها الخطط القومية في إنشاء الطرق بها أصبحت الآن محط الاهتمام لزيادة أهميتها القومية، لما بها من ثروات معدنية وآفاق للتوسع الزراعي والعمراني، ولذا تنوعت بها الطرق ووسائل النقل المختلفة.

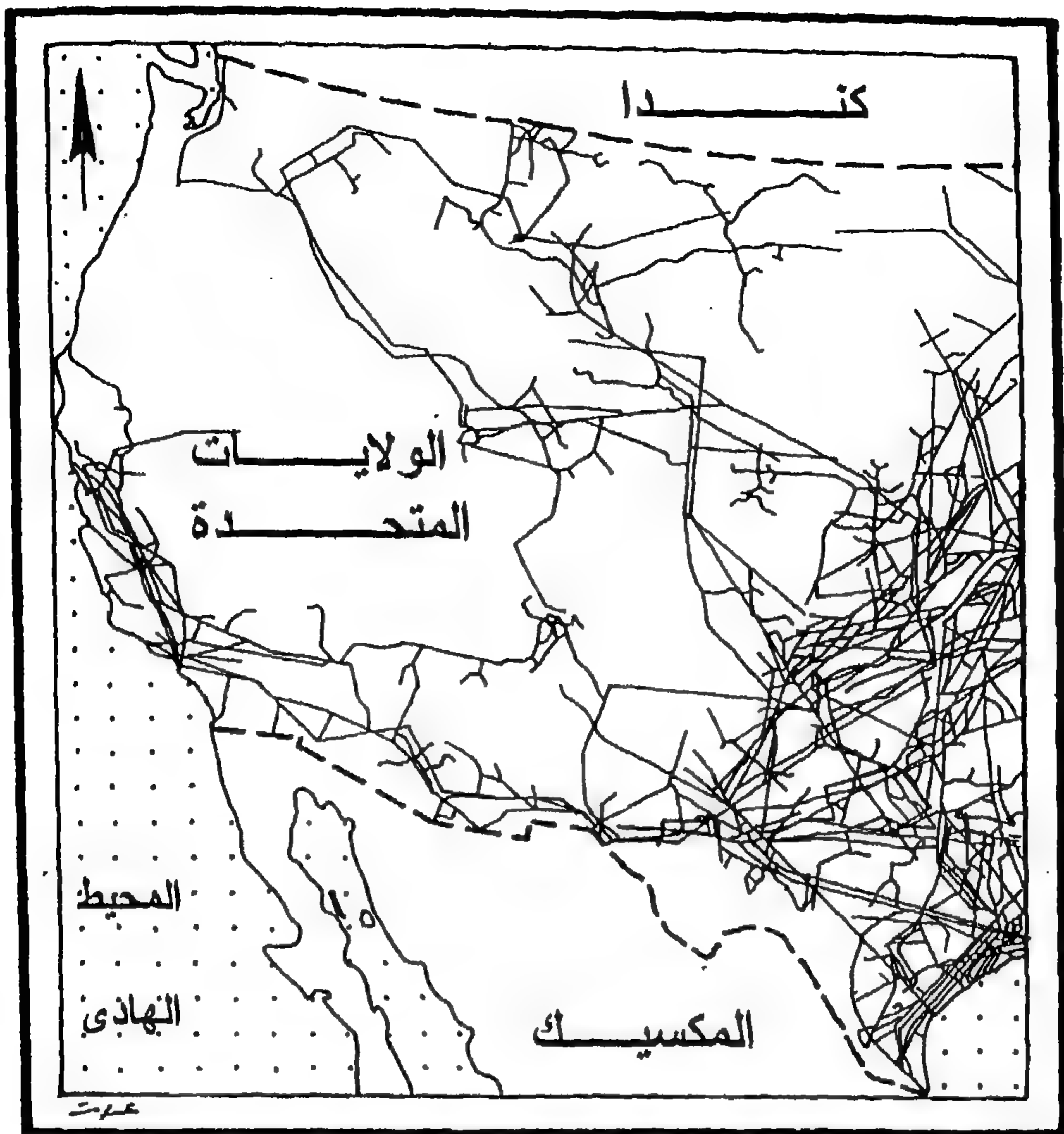
ففى روسيا مدت الطرق لتعمير الأراضى الجافة، وفى إيران مدت الطرق البرية إلى حقول البترول، وتمدت شبكات الأنابيب لنقل البترول والغاز الطبيعى إلى السواحل للتصدير خاصة إلى حوض الخليج العربى.

وقد مدت الطرق البرية فى اتجاهات عديدة بالمملكة العربية السعودية وذلك لربط أجزاء البلاد، ولتسهيل حركة التجارة والسكان بين المناطق المختلفة. كما تم مد خط حديدى فيما بين الجبيل والدمام حتى الخرج والرياض ماراً بمنطقة الأحساء لخدمة النشاط التعدينى والصناعى والحركة التجارية.

وفى مصر تم إنشاء خط حديدى بين القاهرة والواحات البحرية لنقل خام الحديد من مناجمه فى البحرية إلى المصانع فى القاهرة. كما تم إنشاء خط حديدى أيضاً بين فوسفات أبو طرطور بالواحات الخارجة وبين وادى النيل فى منطقة الأقصر، بالإضافة إلى الطرق المرصوفة التى تربط شرق العوينات ودرب الأربعين وتوشكى بوادى النيل من جهة وبالواحات من جهة أخرى.

ويقاس على ذلك شبكات النقل فى الجزائر لنقل الغاز والبترول من عمق الصحراء إلى الموانئ على الساحل الجزائرى عن طريق السكك الحديدية أو الأنابيب. وقد مدت بعض الأنابيب من شرقى الجزائر إلى تونس ليصدر عن طريق ميناء الصخيرة بترول صحراء شرق الجزائر، وهو يشبه خط سوميد فى مصر الذى ينقل البترول من خليج السويس إلى القاهرة ووصولاً إلى الإسكندرية (محسوب والتركماني، ٢٠٠٠، ص ٣٨٤) ويشبهه أيضاً خط أنابيب نقل البترول من شرق المملكة العربية السعودية إلى ميناء ينبع على البحر الأحمر، وخط التابلاين ناقل البترول إلى البحر المتوسط، وكلها تمثل وسائل نقل تخترق الصحارى بمختلف مظاهرها التضاريسية لتصل إلى السواحل خدمة للنشاط الاقتصادى.

وفى الولايات المتحدة مدت الطرق فى النطاق الجنوبى الغربى القاحل للوصول إلى مناجم الذهب فى كلورادو، وكان قد استخدم من قبل طريق وادى جيلا فى منتصف القرن التاسع عشر (Sykes, 1927, p.65) يضاف إلى ذلك الشبكة الكثيفة من الأنابيب التى تنقل البترول إلى مختلف الولايات شكل (٦٥).



After: Royen & Bengtson, 1971.

خطوط نقل البترول بالأتابيب جنوب غرب وغرب الولايات المتحدة  
شكل (٦٥)

أما في أمريكا الجنوبية فقد مدت الطرق لنقل الفضة من مناجمها في بوليفيا في الداخل وبالاتجاه نحو الغرب حيث تنقل إلى ساحل الهادي للتصدير، وأصبحت كالاما نقطة الارتكاز للخط الحديدي (James, 1926, p.210).

وينطبق نفس الحال على قارة استراليا، حيث تم تأسيس نظم النقل في كثير من المناطق الجافة بها، كما أصبح هناك نظام النقل بالأنابيب التي تقوم بنقل الغاز الطبيعي من مومبا إلى سدن وأدليد (Buckley, 1985, p.181).



## الفصل العاشر

### حصاد المطر فى

### البيئات الجافة والقاحلة



## حصاد المطر Harvesting Rain :

يمكن تناول حصاد المطر من عدة جوانب تتمثل فى :

- (١) فكرة حصاد المطر. (٢) صور الحصاد.
- (٣) طرق حصاد المطر (٤) نماذج تطبيقية (السعودية - الهند - مصر)
- (٥) فروق المفاهيم فى حصاد المطر.
- (١) فكرة حصاد المطر :

تتمثل فكرة حصاد المطر فى تجميع كميات الأمطار فى حيز ضيق أو صغير المساحة، وبالتالي تتركز المياه على السطح، ومحاولة الاستفادة من هذه الكمية من المياه بأقصى درجة قبل أن تتبخر معظمها، وتتسرب منها كميات كبيرة ينعلم الاستفادة منها، ومن هنا فإن هذه الطريقة تعظم الاستفادة من المياه بأقصى درجة ممكنة فى مناطق تقل فيها موارد المياه السطحية بدرجة عالية.

وتعتبر فكرة حصاد المطر فكرة وليدة الظروف البيئية، حيث أن ندرة المياه أو تشتتها جعلت السكان يفكرون - وبشكل جماعى مجتمعى - فى كيفية تجميع المياه، للانتفاع بها بأقصى درجة متاحة أو ممكنة. فهى فى الهند قد وجدت منذ عقود عديدة، فى المناطق شبه الجافة أو المناطق شبه المطيرة أو الموسمية التى تتعرض لفترات من الجفاف أو لأحوال نقص المطر الموسمى. وفى مصر وجدت فى شمال سيناء وعلى الساحل الشمالى لمصر حيث الأمطار الموسمية الشتوية لنظام حوض البحر المتوسط، وفى السعودية وجدت طرق عديدة ومنها العقوم، بغرض الاستفادة من الأمطار بدرجة كبيرة.

### (٢) صور حصاد المطر :

فى الأوقات المعاصرة اتخذت فكرة حصاد المطر منحى آخر وهو الاتجاه العسكرى. ولهذا فإن حصاد المطر إما أن يكون فى صورة سحب فى الغلاف الجوى أو حصاده من على سطح الأرض بعد هطول المطر فى مناطق سقوطه، أى أن حصاد المطر يتم إما قبل سقوط المطر وهو فى أثناء حمل السحب ببخار الماء وقطراته المحمولة فى الهواء أو بعد سقوطه على سطح الأرض وجريان المياه لمسافات قصيرة.

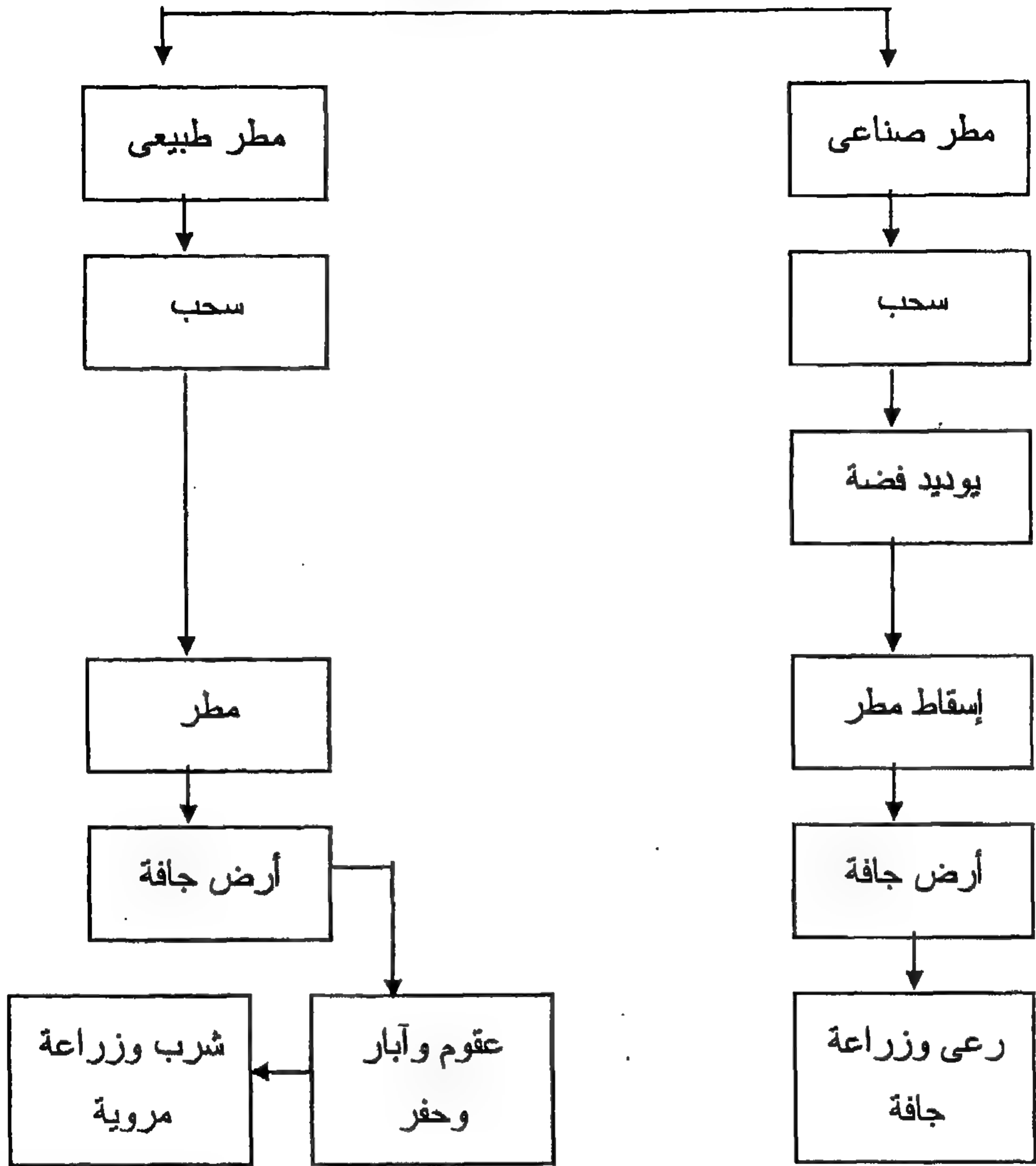
ففي الحالة الأولى نجد أنه في عام ١٩٤٦ قامت شركة General Electric بالولايات المتحدة باستمطار السحب، وعمل ما يعرف باسم المطر الصناعي. وتتلخص هذه الفكرة بالقيام بنشر البذور التي يتكاثف حولها المطر، ويستخدم في ذلك يوديد الفضة الذي يشبه بناؤه البللوري بناء بلورات الثلج الطبيعي، ويتم نشره على السحابة من الطائرة (بلع وعطا، ص ص ١٢٦-١٢٧) وحقت الفكرة نجاحاً في مناطق كثيرة ومنها الولايات المتحدة وروسيا وأستراليا وبنسبة تصل إلى ١٠-٢٠% وفي الفلبين وإسرائيل.

وقد حدا هذا النجاح كثيراً من العسكريين بإمكانية تطبيق هذه الطريقة في مسرح العمليات العسكرية وفي أرض المعارك، حيث يمكن أن تقوم طائرات بنشر البذور فوق السحب حسب اتجاهها لتسقط أمطاراً على أرض العدو أو الطرف الآخر مما يؤدي في أحوال كثيرة لتوقف المعركة أو منع الهجوم المضاد أو إعاقة الآليات العسكرية مما يمكن الجيش المنفذ هذه الخطة المناخية من تحديد طريقة الهجوم أو حسم الحرب وإلحاق الهزيمة بالطرف الآخر، ويمثل هذا تطبيقاً مناخياً في المجالات العسكرية.

أما في الحالة الثانية وهي حصاد المطر بعد سقوطه على الأرض فيتم في بيئات لا تقي مياهها السطحية بحاجتها المباشرة من المياه أو تعاني البيئة من عجز شبه كلي - في المياه السطحية وسيادة الأحوال الجافة وشبه الجافة معظم السنة.

وتتركز فكرة حصاد المطر هنا بعمل حواجز أرضية في المواضع التي تتحدر عليها المياه وتتسرب وتتبخّر، والقليل المتبقى ينصرف إلى مواضع منخفضة سواء قيعان أو أحواض أو مجارى أودية جافة، فتعمل هذه الحواجز على بطئ انحدار المياه، فتتشبع التربة وتنمو بذلك الحشائش وتصبح المراعى غنية، أو يتم وضع بذور نباتية من حبوب وخلافه ولذا تنتشر الزراعة الجافة. وإذا كانت كميات المياه كبيرة فإنه يتم عمل خزانات للمياه، ويتم بذلك الحصول على المياه - أو حصادها - لاستخدامها لأغراض الشرب والزراعة شكل (٦٦).

## حصاد المطر



من عمل المؤلف

نموذج يوضح حصاد المطر في المناطق

الجافة والقاحلة

شكل (٦٦)

## النماذج التطبيقية :

### (١) المملكة العربية السعودية :

تطبق فكرة حصاد المطر فى السعودية فى مظهر رئيسى واضح وهو العقوم. والعقوم عبارة عن سدود ترابية بارتفاع ٢-٣ أمتار تشبه الحوائط، ويتم بأطوال كبيرة فى المناطق المراد حفظ مياه الأمطار من أن تسيل على الأرض وإعاقة جريانها فتحتجز ويتم تشبع التربة، وذلك من أجل زيادة فرصة نمو النبات أو لصيانة المراعى. ويتم بناء العقوم بشكل خاص.

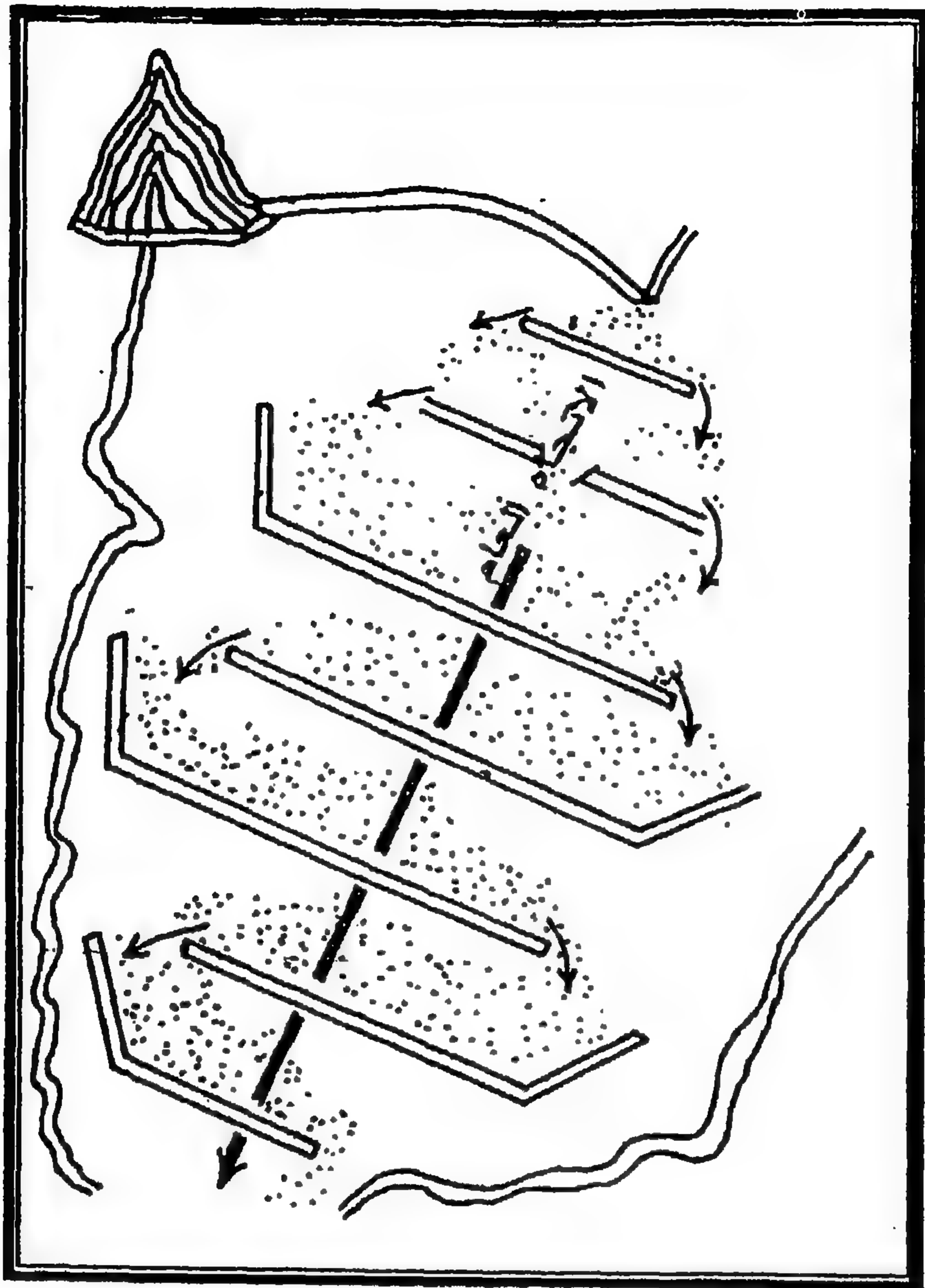
وإذا كانت العقوم قد انتشرت فى المناطق السهلية الصحراوية وشبه الصحراوية، والتي تتميز بأنها أميل إلى الاستواء والسهولة منها إلى الانحدار المتوسط أو الشديد، فإنه قد بنى عدد من السدود الترابية لحجز المياه، بحيث يتم إقامة حاجزاً ترابياً عرضياً فى قاع المجرى وبشكل يتعامد على اتجاه جريان المياه. ولهذا فإن العقوم بمظهرها المتعدد الجوانب أحياناً، تمثل نوعاً من المحاكاة للسدود الترابية التي أقيمت فى مجارى الأودية.

وتختلف العقوم عن السدود الترابية المقامة فى مجارى الأودية فى أنها تقام فى مناطق صرف مياه الأودية إلى الدلتاوات، أو تجمعها فى روضات أو قيعان أو باطن أو بطين، ولهذا فإن السدود الترابية تقام فى مواضع مختلفة عن المواضع أو عن البيئة المكانية التي تقام فيها العقوم، وهذا يعطى تفرداً موضعياً ومكانياً لمناطق إقامة العقوم وانتشارها وتوزيعها المكانى فى أرجاء المملكة.

### • العقوم فى المملكة العربية السعودية :

#### مفهوم وضوابط إنشاء العقوم :

يُعرف لفظ العقوم بأنه جمع عقم، والمجموع عقائم. والريح العقيم أى التى لم تأت بالمطر، وعقم الشئ أى أزال الضرر، وعقم يعنى حالة تحول دون الشئ



المصدر : الطخيس، ١٩٩٣

نظام السدود والعقوم الترايبية وأثرها في نشر

وتوزيع مياه الأمطار على مناطق الرعي

شكل (٦٧)

(أنيس وآخرون ص ٦١٧). وعادة يطلق على العقوم اسم السدود الرملية (Sand dams)، وتعرف بأنها تحجز المياه بشكل مفتوح مع الغلاف الغازي حيث سقوط الأمطار (Hudson, 1987, p.118) ويكون العمق بارتفاع ٢ - ٣ أمتار.

وبناءً على هذه الأصول اللغوية فإن العقوم تمنع وصول مياه الأمطار في شكل جريان سطحي إلى القرى أو المزرعة أو موقع ما ذو أهمية للإنسان.

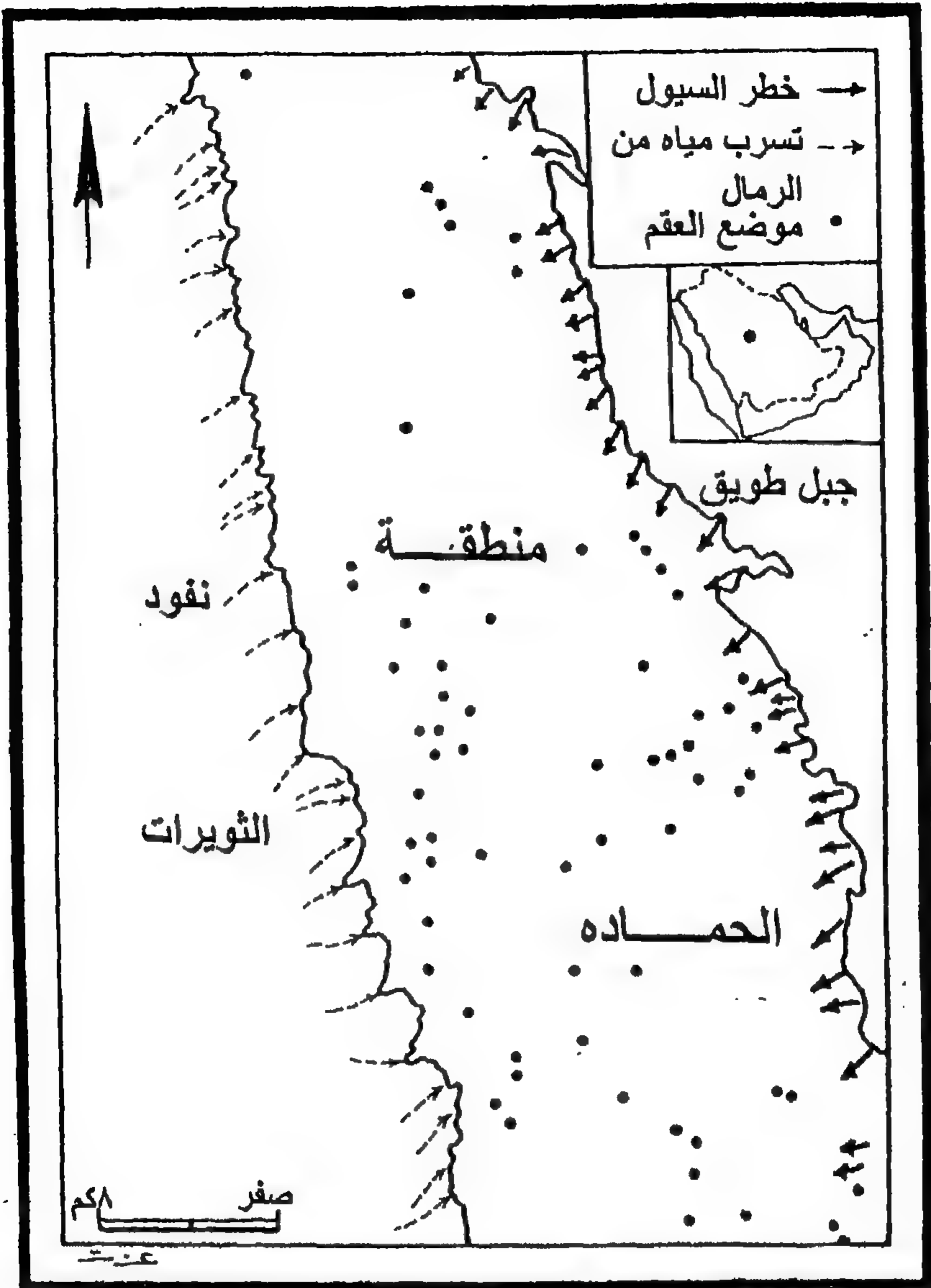
وعلى الجانب الآخر وهو الجانب النفعي فإن العقوم عبارة عن حواجز ترابية، يتم إنشاؤها لحجز مياه الأمطار لتقليل الخطر أو الاستفادة من هذه المياه إذا تم حجزها داخل حدود العمق الواحد أو تصبح محصورة بين هذه السواتر الترابية التي يتم عملها للاستفادة من الأمطار بشكل مباشر شكل (٦٧).

ويمكن التعرف على طبيعة وخصائص ضوابط إنشائها على النحو التالي:

**طبيعة الموضع :** من المعروف أنه لا توجد مناطق مستوية تمام الاستواء في البيئة السعودية، خاصة على مستوى الوحدات الجغرافية التضاريسية، ولهذا تصبح المواضع ذات ميل متفاوتة، وتختلف معها ضرورات إنشاء العقوم، وعدد جوانب العمق الواحد.

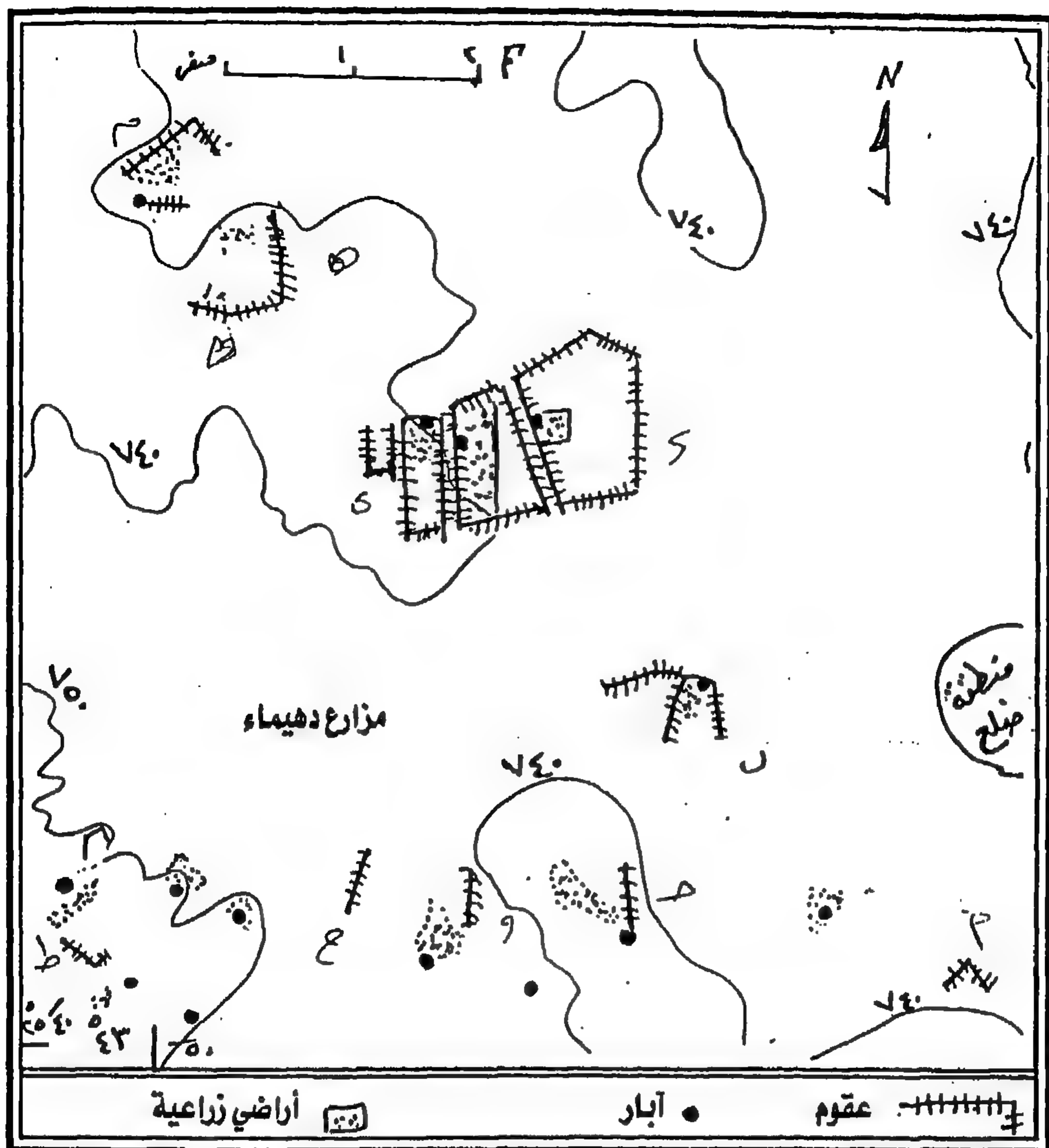
مثال ذلك ، نجد عقوم في السهول الصحراوية، مثلما الحال في تلك السهول الصحراوية ذات الانحدار القليل في منطقة دُهيَماء التابعة لمنطقة القصيم، في النطاق الواقع بين نفوذ الشقيقة شرقاً ووادي الرشاء أحد روافد وادي الرمة غرباً.

ففي هذه المنطقة توجد كافة أشكال العقوم، سواء المقفولة أو المفتوحة، والفردية أو المزدوجة، وحيث يوجد ضلع (تل) يرتفع إلى ٧٥١ متراً فوق سطح البحر شرق المنطقة، أي أنه يرتفع ٨ - ٩ أمتار عن الموضع الذي تقع فيه الآبار أو المزارع المختلفة والموضحة في شكل (٦٩).



المصدر: عملت من خرائط ١ / ٥٠٠٠٠

توزيع مواضع العقوم ووظائفها في المنطقة بين الغاط والزلفى شمال  
الحمادة - غرب جبل طويق بالسعودية  
شكل (٦٨)



أثر طبيعة الموضع في نشأة وتوجيه العقوم (نموذج مزارع دهيماء . منطقة القصيم، المملكة العربية السعودية)

شكل ( ٦٩ )

## الملاح المورفولوجية :

إن الملاح الجيومورفولوجية فى الصحارى معروفة، سواء أشكال النحت أو أشكال الإرساب. لذلك فإن مثل هذه الملاح تؤثر على إمكانية عمل عقوم، وتوجيه هذه العقوم بما يتلاءم مع ظروف البيئة الصحراوية وشبه الصحراوية.

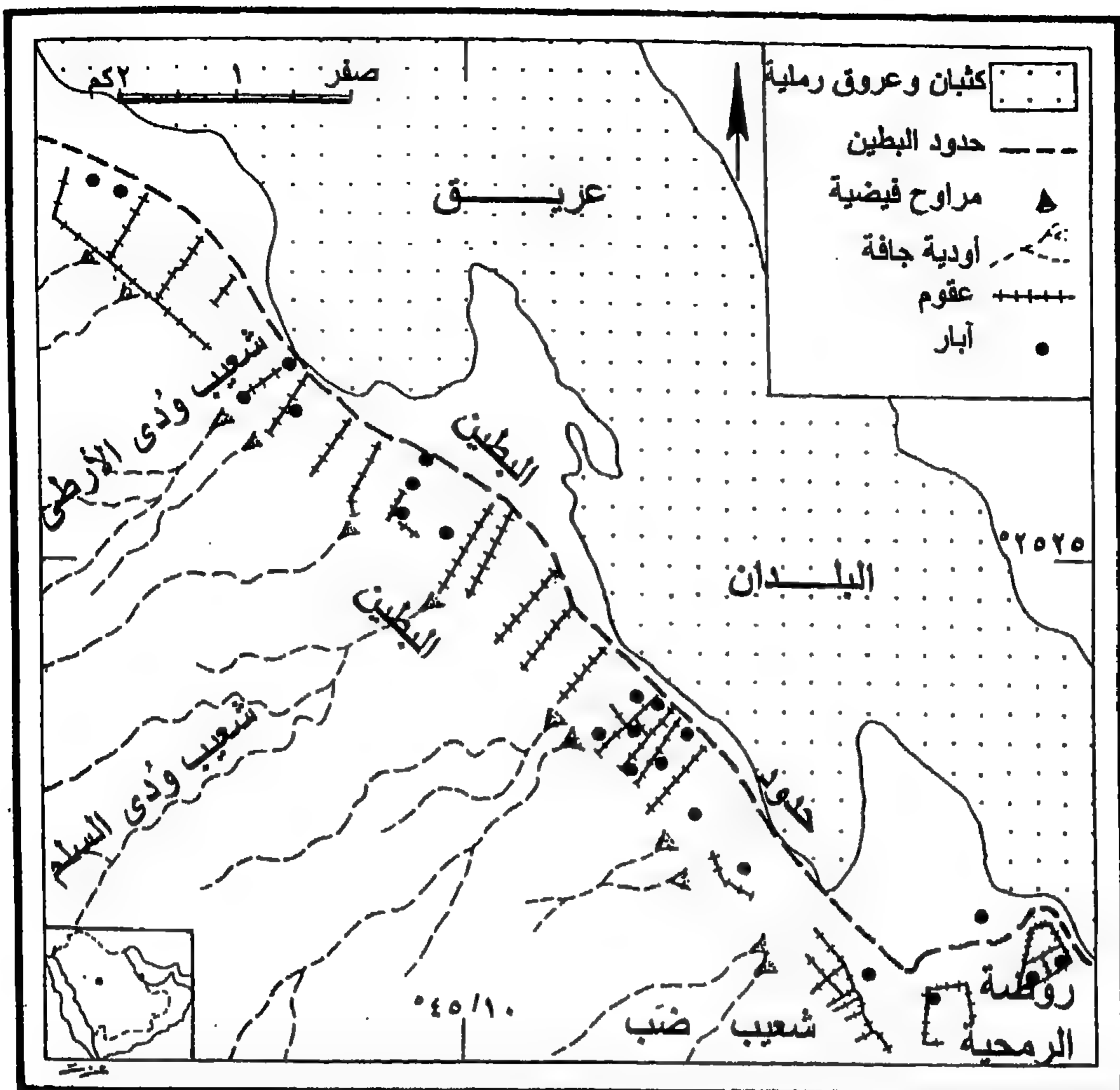
ففى منطقة الحمادة غرب جبل طويق شكل (٦٨) أقيم عدد هائل من العقوم، مرتبطة بالسهل الصحراوى تحيط بالمزارع لحمايتها من جريان المياه المنحدرة من جبل طويق شرقاً أو متسربة من رمال عريق البلدان غرباً، ولذا فإن العقوم شرق منطقة الحمادة وعلى مقربة من حافة جبل طويق تكون إما موازية للحافة وبمحور شمالى جنوبى، أو ترتبط بمظهر جيومورفولوجى آخر غير الحافة وهو المسيلات المائية والشعاب والأودية المنحدرة من الجبل نحو الغرب إلى الحمادة، وفى هذه الحالة تصبح العقوم باتجاه يوازى تقريباً اتجاه المجرى ومحددة له حتى لا تتساب المياه إلى المزارع.

وهكذا فإن العقوم ترتبط بملاح جيومورفولوجية مثل مجارى الأودية، أو حافات الجبال والكويستات، أو محاور الكثبان الرملية والعروق، أو السهول الصحراوية المسطحة كما فى منطقة الجله وصفراء المستوى فى منطقة الوشم. ففى شكل (٧٠) تحمى العقوم روضة الرمحية والمزارع والآبار بها فى الركن الجنوبى الشرقى للخريطة، فى منطقة شقراء.

## ضوابط الأمطار والجريان السطحى :

تحكم الأمطار نظام إنشاء العقوم التى تقوم بوظيفة حجز مياه المطر وتجميعها بغرض الاستفادة منها أو تجنب مخاطرها.

وإذا ألقينا نظرة على خريطة توزيع الأمطار فى المملكة العربية السعودية لوجدنا أن النطاقات الرئيسية لتوزيع العقوم تتفق مع معظم المناطق التى تتلقى أمطاراً سنوية أقل من ١٠٠ ملليمتر والتى تتوزع فى النطاقات الآتية :



مستخرجة من لوحة اشيقر رقم ٣٤-٤٥٢٥ مقياس ١/٥٠٠٠٠ بتصرف

نماذج لأشكال العقوم وحمايتها للمزارع وللآبار من السيول والرمال في  
منطقة شقراء - اشيقر بالسعودية  
شكل (٧٠)

- ١- المنطقة الشرقية كلها.
- ٢- منطقة الحدود الشمالية كلها.
- ٣- منطقتى تبوك وحائل.
- ٤- المنطقة الوسطى خاصة منطقتى الرياض والقصيم.
- ٥- سهل تهامة خاصة فى الركن الجنوبى الغربى.

أما المناطق الأكثر مطراً فنجدها على المرتفعات كما فى شكل (٧١) وبصفة خاصة جبال الحجاز وعسير والتي يتم تنمية مواردها المائية بوسائل أخرى والتي منها إقامة السدود، وعمل المدرجات على السفوح الجبلية لتقليل سرعة تدفق المياه والاستفادة منها.

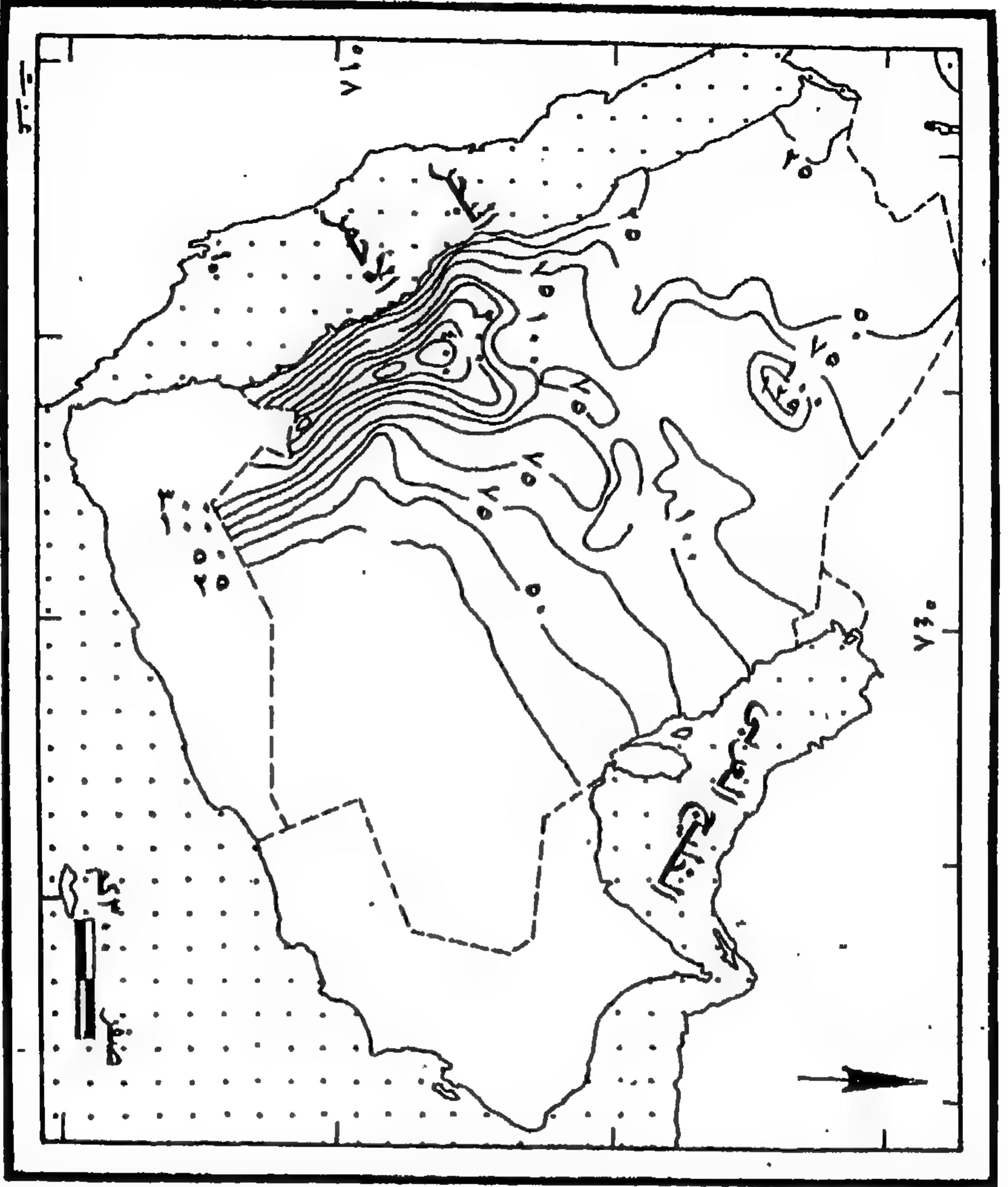
### ضوابط التربة :

تنقسم البيئة الترابية التى تخضع لعملية تنمية الموارد المائية السطحية بالمملكة إلى قسمين :

**الأول :** هيئة صخرية تقطعها مجموعة أودية، تجرى بها المياه أحياناً فترة من السنة، وهذه لا يصلح معها إلا إقامة السدود بأنواعها المختلفة، كل حسب ظروفه الجغرافية والهيدرولوجية.

**والقسم الثانى :** هى التربة الواقعة فى قاع المجارى، وعند مصباتها حيث الدلتاوات أو المراوح الفيضية، إضافة إلى تربة السهول الصحراوية شبه المستوية والتي تقع بين نطاقات الكثبان الرملية من جهة والكتل الصخرية الجبلية أو الهضبية والتلية من جهة أخرى .

ويلاحظ أن التربات التى تزرع فى قيعان مجارى الأودية، يميل نسيجها إلى المكونات الرملية المتوسطة والناعمة، والتي تختلط بها أنواع من الطين والطينى لتعطىها خصوبة تمكنها من صلاحيتها للزراعة.



المصدر: الشوريحي والشريف، ١٩٩٤، بتصرف

خطوط تساوي المطر بالمملكة العربية السعودية بالمليمتر  
شكل (٧١)

وتوجد بعض القيعان والروضات داخل مجارى الأودية فى مناطق يتسع فيها المجرى، ويتم إرساب الرواسب الناعمة مكوناً بذلك مثل هذه الملامح.

أما السهول الفيضية والصحراوية بما تتضمنه من باطن أو بطين أو مراوح دلتاوية أو مراوح فيضية أو روضات كما فى شكل (٧٠) فكلها تتضمن رواسب تربة طينية رملية أو رملية طينية أو تربيات مختلطة. ومن الدراسات السابقة لتربة بعض الروضات فى منطقة الوشم بالرياض وجد أن تربتها من الرمل الناعم، وأن أحجام حبيباتها بين ٠,١٥ و ٠,٢ من المليمتر، وتشبهها أيضاً تربات القيعان، وهى من الرمل الناعم، وأحجام الحبيبات بين ٠,٢٥ و ٠,٣٦ من المليمتر، فى حين أن رواسب بعض القيعان وبعض من المراوح الفيضية كانت من الرمل المتوسط الحجم، إضافة إلى أن رواسب البطين تكون من الرمل الناعم (التركمانى، ١٩٩٤، ص ١٨٤).

ولما كانت هذه المناطق والملامح المورفولوجية هى التى يتم تتميتها زراعياً، وأن التربة تصلح للزراعة فإن هذه التربة أصبحت محط الاهتمام لإنشاء العقوم. بعكس الحال فى نطاقات العقوم والعريق والكثبان والفرشات الرملية، والتى تتميز بتربة رملية خشنة جداً، ومنفذة للرمال، ولا تصلح للزراعة، ولذا لا تقام فيها العقوم، هذا من جهة.

ومن جهة أخرى أصبحت إقامة العقوم تعتمد على رواسب من التربات الصحراوية، أغلبها تربة غير مزروعة، ومن الأحجام الرملية، خاصة مع وفرة المواد الخشنة من حصى ورمال مختلطة فى الوسط المخيط أو المجاور للمزارع. وفى حالة اقتراب المزارع مكانياً من الكثبان الرملية أو العروق أو غيرها من الملامح المورفولوجية ذات التكوين الرملى غير المزروع فإنه تستخدم مثل هذه الرمال لبناء العقوم.

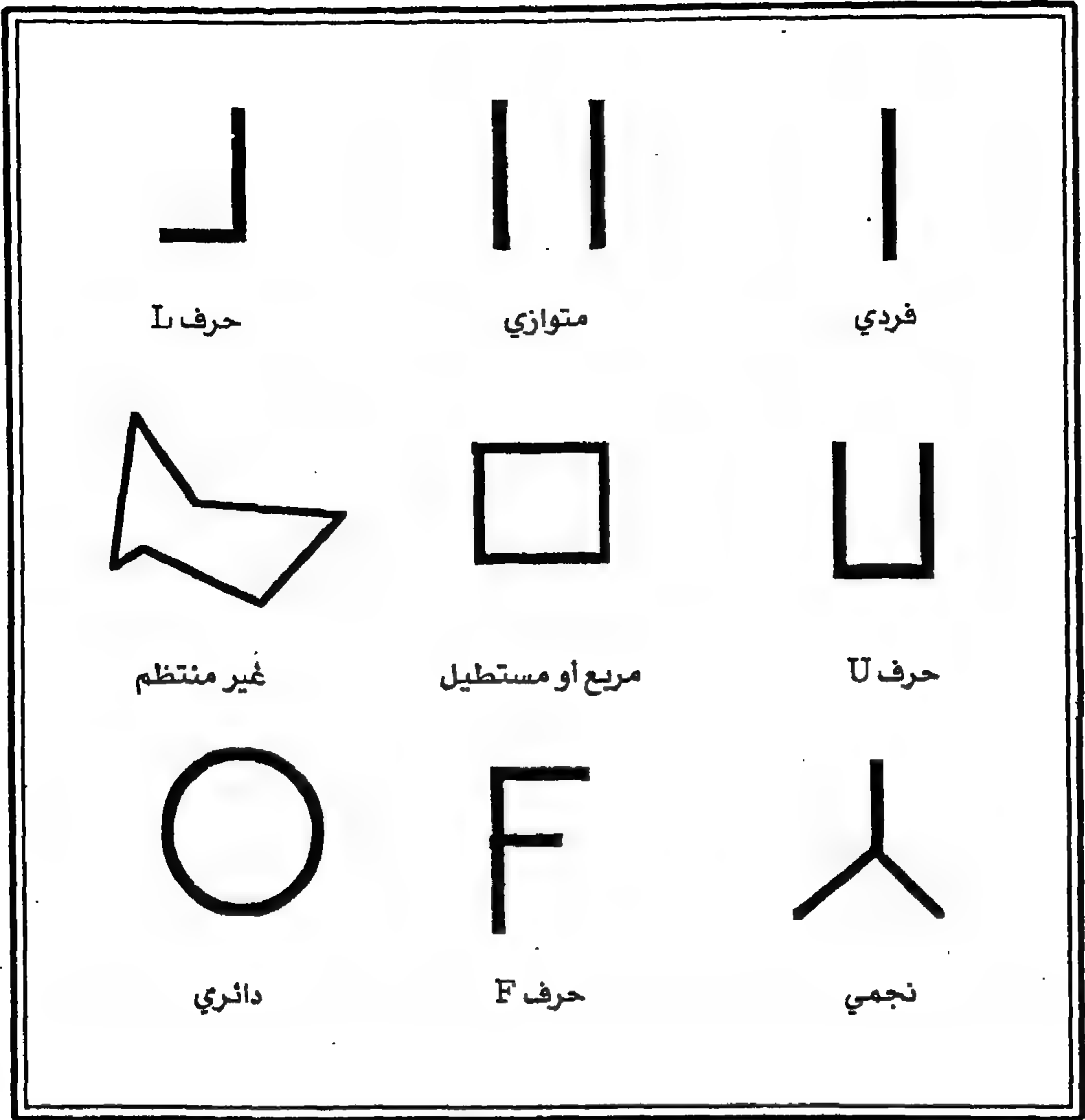
## الخصائص المورفولوجية الحالية والمقترحة :

تأخذ العقوم هيئة الخطوط والتي تبدو بمثابة سواتر ترابية، قد يكون خطأ أو ساتراً واحداً، وقد يكون ساترين متقاطعين أو متعامدين أو متوازيين، وقد يكون أكثر من ذلك في المنطقة الواحدة سواء العقوم التي تحيط بأراضي زراعية أو تلك التي تؤسس لتجميع الأمطار لتنمية المراعى. ويشير الشريف إلى أن ارتفاع العقوم الترابية الكنتورية التي استخدمت لتحسين الغطاء النباتى الطبيعى تكون بارتفاع يتراوح بين ٧٠-١٢٠ سنتيمتراً (الشريف، ١٩٨٩، ص ٦٦).

ويلاحظ أن بعض الدراسات قد أشارت إلى أن ارتفاع العقوم قد يصل إلى ٢-٣ أمتار، وفي هيئة تشبه الحوائط وتتم بأطوال كبيرة في المناطق المراد حفظ مياه الأمطار بعدما تسيل على الأرض، وقبل أن تتبدد، حيث يتم إعاقة جريانها، فتحجز، ويتم تشبع التربة من أجل زيادة فرصة نمو النبات أو لصيانة المراعى، أو لتغذية وري أراضي الزراعية البلعية (انظر التركمانى، ٢٠٠٣، ص ١٧٧). هذا ما يخص الأبعاد.

أما عن الشكل العام للعقوم والتي نشير إليها بمفهوم مورفولوجية العقوم فهو عبارة عن المنظر الأفقى لمنظومة العقم فى الموقع الواحد، وبكافة سواتره الترابية للمزرعة الواحدة أو للمرعى الواحد، حيث تتضافر هذه السواتر مع بعضها لتقوم بالوظيفة أو الغرض الذى أنشئت له، سواء تجميع المطر أو حماية المزرعة أو غيرها من الأهداف.

فإذا أخذ نظام العقوم الترابية التي تصمم لأغراض تجميع ونشر وتوزيع الأمطار فى مناطق المراعى، يلاحظ أنه بمثابة نوع من النظام المفتوح: Open system. فالأمطار تتساقط فى المنطقة التي أقيمت فيها العقوم، وتكون بشكل عرضى ومتعامد على اتجاه الانحدار الأرضى، وبشكل متعاقب وبمنط خطى متوازي يعقبا عقوم على هيئة حرف L مرة أخرى وتكون بهذه الصورة (L و L-).



الأشكال المورفولوجية للعقود حول المزارع

شكل (٧٢)

إن هذا يتيح الفرصة لتجميع المياه وتقليل حركة المياه السطحية وإعاقة حركتها إلى أدنى حد ممكن، على أن يخرج ما تبقى من مياه بعد تشبع التربة عند الطرف الجنوبي أو النهاية الجنوبية لمورفولوجية العقم، ويعمل هذا على عدم تغدق التربة، وعدم تكوين مستنقعات، لأنه يمثل صرف طبيعي حر للمياه الزائدة، وهنا يكتمل النظام system ليصبح نظاماً مفتوحاً.

أما العقوم التي تطوق أراضي المزارع، والأراضي المستصلحة للاستخدام الزراعي فتأخذ شكلاً مورفولوجياً مختلفاً تتعدد أنماطه والتي يمكن أن نحددها في تسعة أشكال مورفولوجية قد استمدت من خرائط ١ / ٥٠٠٠٠ والرؤية الميدانية لمناطق زراعية كثيرة وبعضها ذات النظم المقفولة كما في شكل (٧٣) في منطقة السايح شمال غرب أشيقر في محافظة شقراء وتتمثل هذه الأشكال في :

- ١- فردى                      ٤- حرف U                      ٧- نجمي
- ٢- متوازي                      ٥- مربع أو مستطيل مغلق                      ٨- حرف F
- ٣- حرف L                      ٦- غير منتظم مغلق                      ٩- دائري

وتظهر كل هذه الأشكال المورفولوجية في شكل رقم (٧٢).

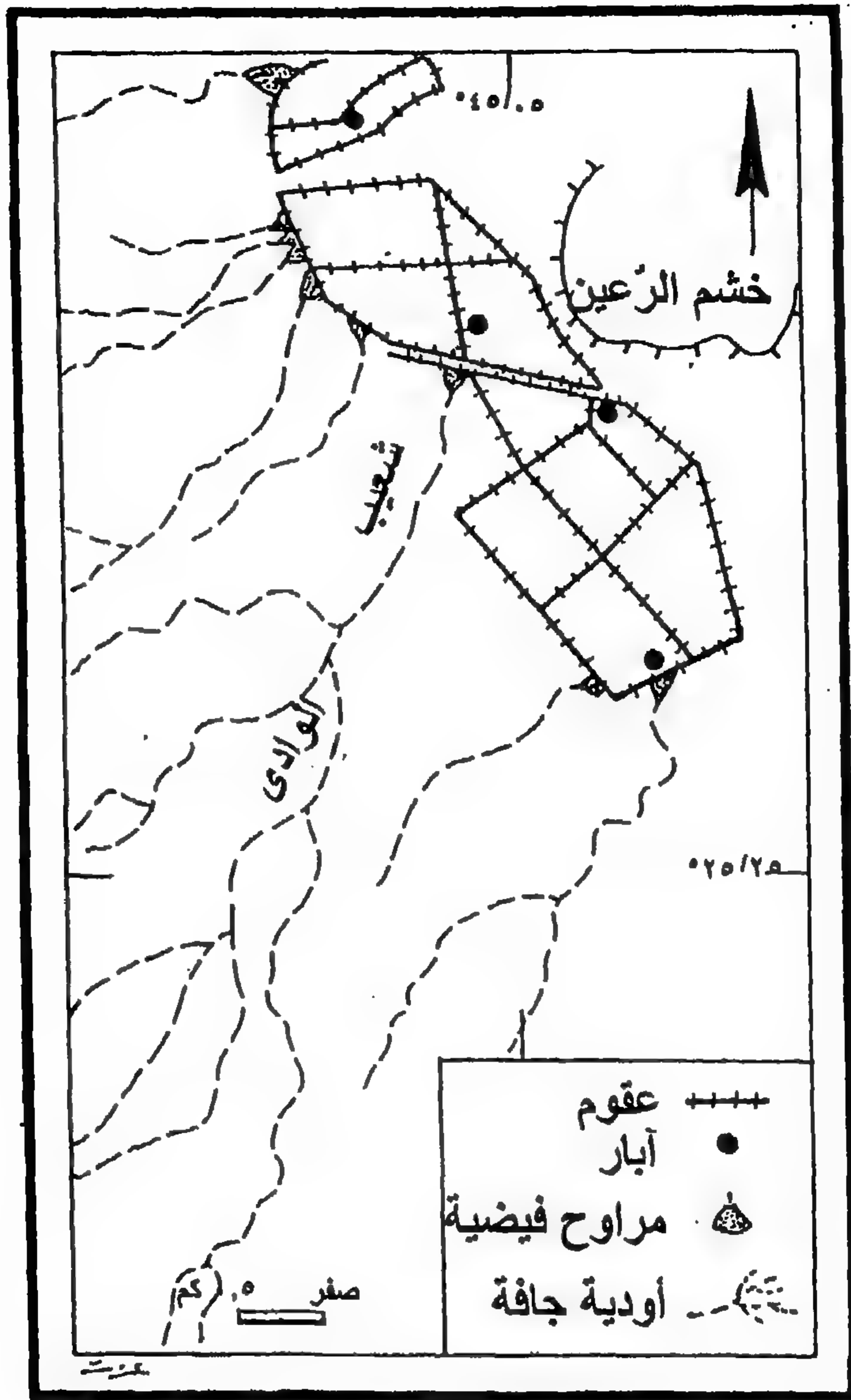
### فعالية وفوائد العقوم :

#### الوظيفة الهيدرولوجية :

تلعب العقوم دوراً كبيراً في حماية المزارع من الجريان السيلبي، خاصة تلك المزارع التي يتم إنشاؤها في قيعان مجارى الأودية.

ومن أمثلة ذلك مزارع أعالي أودية منطقة المجمعمة والتي تتحدر من جبل طويق باتجاه عام نحو الشرق، والتي سيج الكثير منها بسياجات وحواجز ترابية تحمي التربة المزروعة في قاع المجرى من نحت جريان المياه.

وفي منطقة القصيم أيضاً وعلى وجه الخصوص في منطقة السر وإلى الجنوب الشرقي من صفراء عنيزة نجد العديد من العقوم ذات الوظائف الهيدرولوجية، لحفظ وصيانة المياه من جهة، وحماية المزارع من سيل المياه التي



مستخرجة من لوحة شقراء ٤٥٢٥-٣٤ مقياس ١/٥٠٠٠٠

نماذج لعقوم مغلقة لحماية المزارع والآبار  
شمال غرب اشيقر- منطقة السايح- بالسعودية  
شكل (٧٣)

U

S

V

N

M

H

L

T

F

E

O

X

أنماط لعقوم مقترحة للأراضى الزراعية

شكل (٧٤)

تكون جارفة فى بعض الأحيان من جهة أخرى، وبذلك تتم تنمية الموارد المائية فى مثل هذه البيئات.

ففى عرض مجرى وادى شعيب الضبة الذى يتجه ليصب المياه فى سبخة العوشزية تم عمل عقم بشكل عرضى فى منطقة الضبة لتجميع المياه وتوجيهها إلى مزارع النخيل بها ولخزن المياه.

ويلاحظ من شكل (٧٤) أن هناك عدة أنماط للعقوم يمكن تطبيقها على الأراضى الزراعية بما يتفق وطبيعة كل بيئة تحيط بالمزرعة المقترح إنشاؤها، وكيفية الحماية من جريان المياه السطحى على الأرض، والوقاية من ردم الرياح لأرض المزرعة بالرمال، مع ملاحظة أن كل نمط يتفق مع ظروف السطح والملاحم المورفولوجية، واتجاه انحدار الأرض، وموقع الأرض التى ستزرع بالنسبة لنوع الخطر الذى يهدد المزرعة واتجاه أو اتجاهات هذا الخطر بالنسبة لموضع المزرعة حيث يمكن تجزئة المزرعة لحمايتها فى النهاية.

### التوزيع الجغرافى للعقوم فى المملكة :

قامت وزارة الزراعة بدءًا من عام (١٤٠٥هـ) بنشر وتوزيع المياه من خلال إنشاء عقوم ترابية كنتورية بارتفاعات ٧٠ - ١٢٠ سم مما أدى إلى تحسين فعلى فى الغطاء النباتى، وذلك فى ٧١ موقعًا فى ١٨ منطقة بالمملكة ، وهى موضحة فى جدول (٣٥).

### الأنماط المقترحة للعقوم :

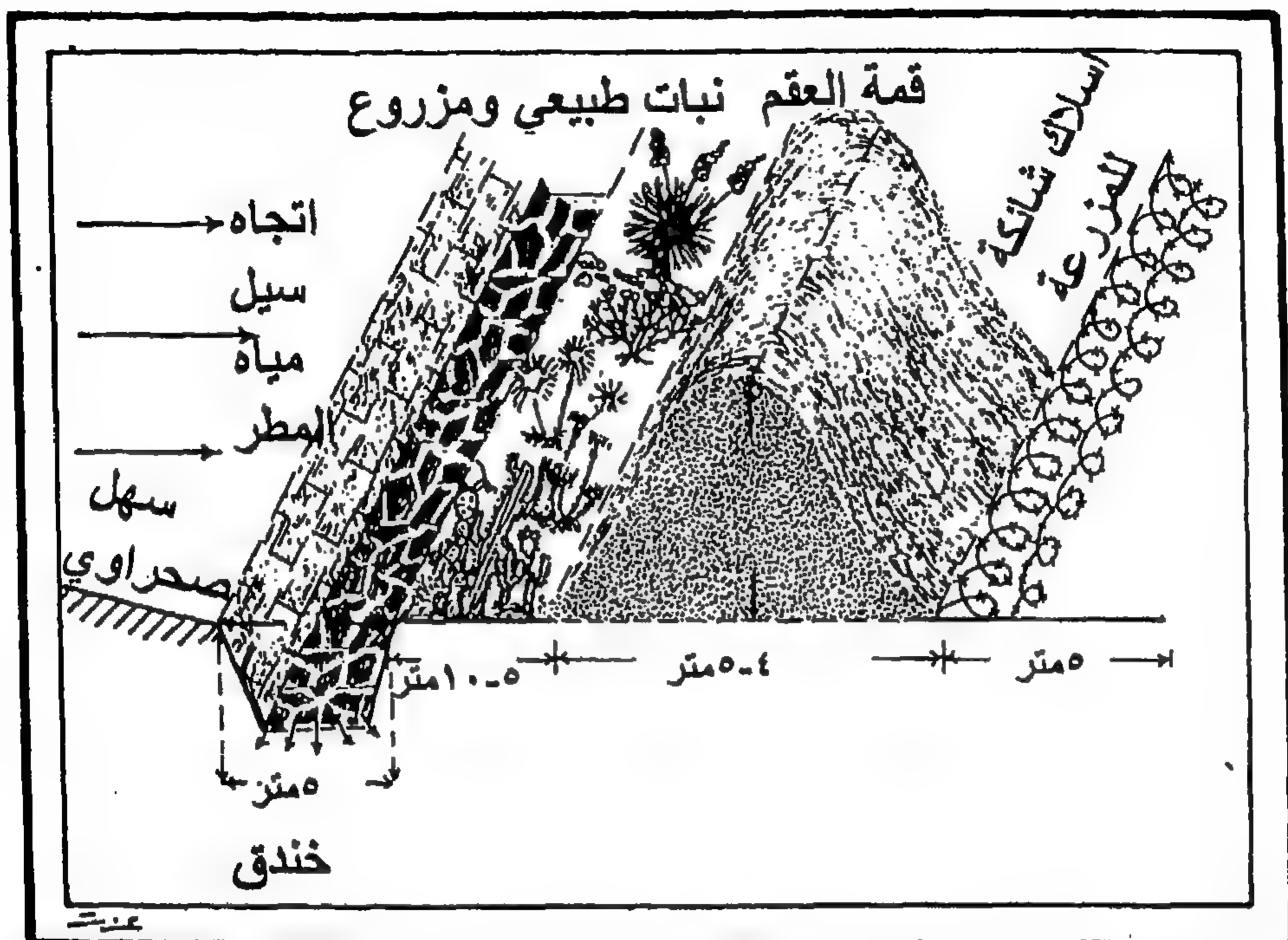
بناء على ظروف التربة، وطبيعة الأنشطة الزراعية فى المزارع المقامة حول الآبار فى مناطق التنمية الزراعية بالمملكة فإنه يمكن عمل نمط نموذجى فى شكل مقطع مجسم للعقوم التى تطوق الأراضى الزراعية، شكل (٧٥).

جدول (٣٥)

خصائص وتوزيع عقود المراعى بالمملكة العربية السعودية عام ٢٠٠١

المنطقة	عدد المواقع	عدد العقود	إجمالي أطوال العقود (كم)	المساحة المستفيدة (كم <sup>٢</sup> )
تبوك	١٢	٨٢	٣٢,٥٤	٣
حائل	٤	١٩	٨١,٣٣	١٣,٥
الرياض	٣	٢٤	٦	٧,٧٥
المدينة المنورة	٨	٣٣	٢١,٥٣	٢٢,١
الطائف	٣	٢٢	٣,٩٥	٦,٢٨
نجران	٧	٢٥	١٠,٤٩	٧,٦٨
الحدود الشمالية	٥	١٩	٧,٧٤	٦,٦
بيشة	٣	٢٦	١٠,٥	١٢,٠٤
سدير	١	٤	١,٤	٢
الوشم	٦	٤٠	٢٠	١٦
الباحة	٤	٣٦	٨,٦	٨,٣٤
وادي الدواسر	١	١٠	٥	٧,٠٧
القصيم	٣	٤٥	٩,٣٥	٤
مكة وجدة	٢	٢٠	٦	٦
الخرج	٣	٣٨	٨,٥	٨,٢١
الدمام	١	٧	١,٥	١,٦
الدوادمي	١	١٥	١,٥	٤
الجوف	٥	٣٩	١٤,٥	١١,٨٩
المجموع	٧٢	٥٠٤	٢٥٤,٤٤	١٤٨٠,٨٩

المصدر : وزارة الزراعة والمياه، ص ٣٠٠، الكتاب الإحصائي السنوي، ٢٠٠١، ص ٣٠٠ بتصرف



مقطع مجسم لنظام العقوم المقترحة لحماية المزارع في  
بعض مناطق المملكة العربية السعودية  
شكل (٧٥)

ويمكن عرض الجوانب النفعية من هذا الشكل النموذجي، والتي تتمثل في

الآتي :

- ١- حماية المزرعة من الأخطار عن طريق حجز الساتر الترابي لسيلان مياه الأمطار، والتي تتدفق مع الميل العام للأرض.
- ٢- يعمل الخندق الذي أخذ منه التراب الذي استخدم في إقامة الساتر على تجميع المياه السيلية، والذي يعمل كمصيدة لحجز وتخزين المياه.
- ٣- تزويد المزارعين بشتلات لنباتات لديها القدرة على مقاومة الجفاف، أو خزن المياه، مثل أشجار الأثل أو الطرفاء والأراك، والأكاسيا والسمر، والطلح، والعل، والأرتميزيا (الشيخ) وهي كلها إما نباتات شجرية أو نباتات طبية ذات نفع مثل الشيخ. ويعتمد رى هذه النباتات أو حصولها على المياه من تلك المياه المجمعة في الخندق المرتبط بإقامة العقم، حيث تكون هناك عملية حفر وتجميع ردم لإقامة العقم، بدلاً من جرف التربة، وتعمل مثل هذه النباتات على تخفيف حدة الظروف المناخية الصحراوية المحيطة بالمزرعة، مع تنمية الثروة الغابية أو النباتية الطبية، وصيانة البيئة.
- ٤- يقوم الخندق بدور وظيفي آخر عند تجمع المياه به وهو تغذية المياه الأرضية (الباطنية) بالمياه، وهذا في حد ذاته يمثل صيانة للمياه ودور هيدرولوجي يجب ألا نغفله.

### المقاطع العرضية المقترحة للعقوم :

في عملية إنشاء العقوم في المناطق التي لم يتم إقامتها فيها حتى الآن، وفي المناطق الزراعية المقترحة مستقبلاً والتي تخضع للتخطيط الدوري للاستثمار الزراعي، يمكن إقامة العقوم اعتماداً على دراسة علمية وليس بشكل عشوائي، وتكون تحت الضبط والإشراف، على أن تأخذ المقاطع العرضية أبعاداً ترتبط بدرجات انحدار المكان والتي يمكن الحصول عليها أو حسابها من خرائط مقياس ١ / ٥٠٠٠٠.

ويمكن عرض مجموعه المقاطع العرضية، مرتبطة بدرجات انحدار الأرض المحيطة بالمزرعة على النحو التالى والموضح فى جدول (٣٦).

ويلاحظ أن الفئات الخمسة تظهر أنه كلما زادت درجة انحدار الأرض التى تستثمر للأغراض الزراعية وما حولها فإنه يزيد ارتفاع العقم بمقدار متر فى كل فئة عن الأخرى، وبالتالى يختلف شكل المقطع تدريجياً من صورة مقوسة بسلسلة فى صورة قبابية إلى الصورة الأخيرة وهى أميل إلى السطح المستوى أو الهيئة المنشورية.

أما عن مقدار اتساع (أو عرض) العقم نفسه فإنه قد تم حسابه بالطريقة الرياضية التى يقترحها المؤلف وهى :

$$\text{عرض العقم} = \text{درجة انحدار الأرض} \times \text{الارتفاع المقترح}$$

٢

وبناءً على نتائج هذه المعادلة فإن عرض العقوم حول المزارع تتراوح ما بين المتر الواحد وأكثر من ١٠ أمتار، وقد أثبتت عملية تطبيق هذا النموذج الرياضى الوصول إلى نتائج أكثر واقعية مقارنة بطريقة أخرى، وهى أن :

العرض = مقدار الارتفاع  $\times ٢$  وتحقق الطرق الرياضية والجغرافية الأولى مميزات عديدة للعقوم يمكن تحديدها فيما يلى :

١- يكون هناك قوة أداء العقم، حيث أنه بزيادة الانحدار تزيد قوة الجريان السليى على سطح الأرض من نوع الفيضانات السريعة flash flood، وبالتالى تكون هناك قوة ضرورية للعقوم التى تزيد ارتفاعاتها واتساعاتها مع زيادة الانحدار لتحقيق هذه القوة.

٢- تقليل التكاليف إلى أدنى حد ممكن، حيث أنه مع قلة الانحدار يبطئ الجريان، وتكون أبعاد العقوم أقل فى الارتفاع وأضيق فى الاتساع وهذا تقليل لعملية الحفر والردم والإنشاء.

٣- من النقطتين السابقتين يتضح أن هذه المقاطع تعمل على عدم إهدار الموارد البيئية ممثلة في التربة التي تدخل في عملية الحفر والردم والإنشاء.

٤- عدم حدوث اضطراب بيئي للموارد الطبيعية بالمكان، وهكذا يتم الحفاظ على البيئة وصيانتها.

### جدول (٣٦)

#### خصائص المقاطع العرضية المقترحة للعقوم

م	درجة انحدار الأرض المحيطة بالمزرعة بالدرجة	مقدار ارتفاع العقم بالمتر	مقدار الاتساع أو العرض بالمتر	الهيئة
١	صفر - ١	١,٥ - ٢	١	قبابى
٢	١ - ٢	٢ - ٣	٣	محدب
٣	٢ - ٣	٣ - ٤	٦	مقوس
٤	٣ - ٤	٤ - ٥	١٠	مستوى من أعلى
٥	٤ - ٥	أعلى من ٥	أعلى من ١٠	هيئة منشورية

ويلاحظ أن هناك عدة أنماط للعقوم يمكن تطبيقها على الأراضي الزراعية بما يتفق وطبيعة كل بيئة تحيط بالمزرعة المقترح إنشاؤها، وكيفية الحماية من جريان المياه السطحي على الأرض، والوقاية من ردم الرياح لأرض المزرعة بالرمال، مع ملاحظة أن كل نمط يتفق مع ظروف السطح والملاحم المورفولوجية، واتجاه انحدار الأرض، وموقع الأرض التي ستزرع بالنسبة لنوع الخطر الذي يهدد المزرعة واتجاه أو اتجاهات هذا الخطر بالنسبة لموضع المزرعة.

## إدارة العقوم

إن إدارة العقوم management عبارة عن حالة إجرائية تتم أثناء إنشاء المزرعة، أو يتم البدء في تطبيقها أيضاً لعقوم المزارع المقامة والمنتجة حالياً.

وتعتمد إدارة العقوم على مخطط plane يمكن وضعه في شكل نموذج model، بحيث تتكون عناصر النموذج من الظروف الجغرافية والجيولوجية والمائية والتربة، وهي العناصر التي تتم دراستها وعمل تقرير يقدم لوزارة الزراعة لمعرفة مدى صلاحية هذه العناصر لقيام نشاط زراعي ذو قيمة في موقع المزرعة قبل إعطاء التراخيص لاستصلاح واستزراع قطعة الأرض من قبل المالك.

وعند تقييم الموقع الجغرافي الذي ستقام فيه المزرعة، يجب أن يصبح بند العقوم هو البند الرابع في عمل التقارير من قبل المهندسين الزراعيين بعد تقارير : الجيولوجيا، والمياه، والتربة، وتصبح العقوم بذلك من عناصر المعاينة والقياس الميداني والخرائطي.

فعنصر الجيولوجيا لمنطقة المزرعة والوسط المحيط تمثل جانباً هاماً للحصول على صخور لدعم العقوم إذا استلزم الأمر، أو لمعرفة طبيعة التسرب في حالة إنشاء خنادق محيطية حسب الشكل المجسم رقم (٧٥).

وعنصر التربة والتقارير الذي يكتب عنها يفيد في معرفة مصدر رواسب العقوم، ونسيج هذه الرواسب، إضافة إلى أن العقوم قد تستخدم لتطويق كل أو جزء من أجزاء المحميات الطبيعية، ولذا فإن تقرير التربة يفيد إنشاء العقوم والمادة المستخدمة منها بما لا يتعارض مع صيانة التربة كعنصر من عناصر بيئة المحمية الطبيعية.

وعن عملية رصد الموارد المائية والتقارير الذي يعد ويصبح جزءاً من الملف العلمي لإنشاء المزرعة فإنه يفيد في معرفة طبيعة الجريان السطحي بحيث يمكن حماية المزارع والملاح البشرية والأنشطة الاقتصادية أو المشروعات الهامة أو

البنية الأساسية من أخطار هذا الجريان الذى قد يدمر ما يصادفه، أو يردمه بالرواسب المحمولة بالمياه . وقد يقل الجريان السطحى، وتصبح هناك أمطار مباشرة يتم تجميعها لأغراض تنمية المراعى.

أما عن متغيرات العقوم من حيث الخصائص والأبعاد، فإن إدارة العقوم تقوم بدور وظيفى فى هذا المجال، بحيث يتم تحديد اتجاهات العقوم، وعدد أجزاء العقم الواحد، والطول الإجمالى، ومكعبات الحفر والردم، وارتفاع العقم، والتكاليف المقترحة بناءً على هذه الأعمال، ثم تحديد المسافة الفاصلة بين المزرعة والعقوم، وقوة أو درجة فعالية العقم والتي ترتبط بدرجة الانحدار وأبعاد العقم، كما فى شكل (٧٥) .

وعلى المستوى التنفيذى لإدارة العقوم تصبح هيراركية المستويات بالصورة الآتية :

- مستوى المحافظات والمناطق.
- مستوى المراكز (مديرية الزراعة).
- مستوى المجمع القروى.
- مستوى القرية أو الهجرة.
- مستوى المزرعة الواحدة.

أما على المستوى النوعى والمكانى لإدارة العقوم فتصبح المستويات والنوعية بالصورة الآتية:

- المزرعة (حماية).
- القرية (حماية وصيانة).
- مشروع عمرانى أو بنية أساسية.
- منطقة محمية (نباتات مراعى، أو حماية بيئة).
- الحماية من زحف الرمال.
- الحماية من السيول وجرف المياه للتربة.

## البعد الوظيفي لإدارة العقوم :

- عمل دراسة بيئية للعقوم المقترحة لكل مزرعة جديدة على غرار التقارير الأخرى، وتقارير عن العقوم المطلوبة لأغراض بيئية أو اجتماعية في القرى.
- عمل تقرير عن المشاكل التي تواجه العقوم الحالية.
- حماية ثروة النباتات الطبية وتنميتها.
- حماية المناطق الرعوية.
- المتابعة الأرضية والجوية لحالة العقوم.

## تقويم العقوم ونماذج للتطبيق بالمملكة :

### العقوم بالمنطقة بين الغاط والزلفى :

تم حصر وتصنيف العقوم المقامة بمنطقة الحمادة الواقعة بين جبل طويق شرقاً ونفود الثويرات غرباً، ومن وادى الغاط غرب مدينة الغاط الجديدة جنوباً وحتى شمال الزلفى عند التقاء الطرف الشمالى لجبل طويق مع نفود الثويرات وذلك لمسافة ٥٢ كيلو متر من الجنوب إلى الشمال، وقد اتضح من هذا الحصر والتصنيف الحقائق التالية :

• أن معظم المزارع تخلو من وجود العقوم، على الرغم من وجود مخاطر محدقة من الجانبين تهدد المزارع، من سيول آتية من الشرق إلى زحف رمال وتسرب مياه من الغرب من منطقة النفود. وأن عدد المزارع بهذه الحالات ٧٨٨ مزرعة، تمثل نسبة قدرها ٨٨,٥% من مجموع المزارع المدروسة، لذلك فإن فعالية العقوم تختفى وغير موجودة من الأساس.

• أن عدد المزارع التى تم حمايتها بعقوم من جانب واحد فقط وبهيئة خطية لا يزيد عن ٥٣ مزرعة، ولا تمثل سوى ٦% فقط من جملة الحالات. مثل هذه العقوم لا تقوم إلا بدور وظيفى واحد وهو الحماية من أحد المخاطر دون

غيرها من المخاطر الأخرى، ولا تمثل جانباً نفعياً مثل جمع الأمطار أو غيرها من الوظيفة الهيدرولوجية النفعية، ولذلك فإن فعالية العقوم هنا تكون إلى أقل حد ممكن.

- وجد أن العقوم ذات الجانبين والمحددة لجانبين فقط للمزرعة لايزيد عددها عن ٣٢ مزرعة، وتمثل ٣,٥% من جملة الحالات فقط جدول (٣٧)، كما أن مثل هذه العقوم ليست بالضرورة للحماية من خطرين، وإنما قد تكون للحماية من خطر واحد وهو السيول في الغالب وتأخذ معظمها حرف L ولذلك فإن فعاليتها من الدرجة المتوسطة، بسبب انفتاح المزرعة وتعرضها للخطر من جانبين آخرين.

### جدول (٣٧)

#### تقييم عقوم المزارع

فيما بين الغاط وشمال الزلفى بمنطقة الحمادة بالسعودية

خاصية عقوم المزرعة	عدد الحالات	النسبة %	ملاحظات	درجة الفعالية
مزارع بدون عقوم	٧٨٨	٨٨,٥	غير محمية	غير موجودة
عقوم من جانب واحد	٥٣	٦,٠	تحمى من خطر واحد	أقل فعالية
عقوم من جانبين	٣٢	٣,٥	ليس بالضرورة تحمى من خطرين	متوسطة
عقوم من ثلاثة جوانب	١٣	١,٥	تحمى من خطرين على الأقل	عالية
عقوم من أربعة جوانب	٤	٠,٥	تحمى من كل المخاطر وتحقق نفعاً هيدرولوجياً	كاملة
المجموع	٨٩٠	١٠٠%		

المصدر : حصر المؤلف من خرائط بمقياس ١ / ٥٠٠٠٠ رقم : ٢١-٤٤٢٦ : ورقم : ٢٢ - ٤٤٢٦.

يلاحظ من الجدول أن المزارع المحمية بالعقوم من الأخطار بدرجة عالية وبدرجة كاملة لا تزيد عن ٢% فقط من مجموع المزارع وهذا يمثل عجزاً ونقصاً في إنشاء العقوم.

- وجد من فحص الخرائط أن هناك عيون مائية كثيرة تحتاج لعمل عقوم حولها ومنها بئر الغبى. كما توجد كثير من الخزانات المائية المقامة ذات الاستخدام المحدود تحتاج لحمايتها بعقوم.

- توجد كثير من الرياض بمنطقة الحمادة تحتاج لعمل عقوم لتجميع مياه السيول والمياه المتسربة من نفود الثويرات، مثلما الحال فى نازية أبو طعيمس وفى منطقة العاذرية والمنطقة الواقعة إلى الجنوب منها، إضافة إلى منطقة سمراء اللغف، كما فى شكل (٦٨).

- تحتاج كثير من المساكن والعمران أن تطوق بعقوم، على أن تكون مرتفعة نسبياً وذات كفاءة عالية للحماية من أخطار السيول خاصة.

- لم تظهر عقوم بالمنطقة لحماية القرى من السيول سوى اثنان فقط لحماية قرية سمنان بالمنطقة، وثلاثة أخرى لحماية الطريق من تدمير السيول، وستة عقوم تعمل على تجميع المياه للنبات الطبيعى فيما بين نفود الثويرات غرباً والغاط الجديدة، وهذا يظهر عجزاً فى الدور الوظيفى للعقوم، سواءً فى الجانب الهيدرولوجى أو الجانب البيئى.

### العقوم بمنطقة القطيف :

من خلال فحص الخرائط الخاصة بمحافظة القطيف مقياس ١ / ٥٠.٠٠٠ وجد أن العقوم تختفى من المحافظة، فيما عدا حالة واحدة من العقوم بطول ٢,٨ كيلومتر فقط ويمتد من الشمال إلى الجنوب بين طريق الدمام / أبو حدرية وعين الصبغاوى حيث خط أنابيب البترول. ويقوم هذا العقم بدور حاجز يمنع تدفق الرمال من صحراء البياض من الوصول إلى مسطح السبخة حيث يتم استخراج الأملاح من هناك بشكل اقتصادى وفيما عدا ذلك تختفى العقوم.

لهذا فإنه فى عملية تقييم العقوم بالقطيف أظهرت أن هناك نقص شديد، وبصرف النظر عن أن المحافظة زراعية فإن الزراعة تتركز فى القسم الشرقى وتعانى المحافظة من عدة مشكلات بيئية. مما يجعل هناك ضرورة لإقامة عقوم بها لأغراض عديدة، والتي يمكن تحديدها مجملًا فى الآتى :

- ضرورة إقامة عقوم تطوق المناطق الزراعية المتأثرة فى الشمال والغرب مثل منطقة العبي، والرويحة، وعين الهدارة للحماية من زحف الرمال من صحراء البياض، وفى منطقة أم الساهك وصفوى للحماية من زحف رمال طعوس أبو ثميلة. أما فى الركن الشرقى للمحافظة فيمكن إقامة العقوم للحماية من زحف رمال طعوس البقيلة على منطقتى البرانى وأم الحمام.

- تتطلب أراضى المراعى الواقعة غرب ووسط وشمال شرق وشمال وشمال غرب المنطقة ضرورة تنميتها، حيث تدهورت بسبب الأنشطة البشرية المتنوعة، وتتم هذه التنمية عن طريق تحديدها فى صورة نطاقات وأقسام، ويتم تطويق كل قسم منها بحدود من العقوم، ثم تصمم عقوم بتفصيل دقيق داخل كل قسم حسب ظروف السطح واتجاه الميل، وذلك بهدف تجميع الأمطار للعمل على استعادة النبات الطبيعى وضعه الأولى، ثم تصدر قرارات بحماية مثل هذه المناطق لصالح البيئة الرعوية.

- توجد مجموعة من الخبوب الواقعة فى منطقة صحراء البياض، حيث تحصرها كثبان هذه الصحراء على غرار الخبوب المنتشرة فى منطقة القصيم وشمال منطقة حائل. مثل هذه الخبوب هى ثروة ومورد بمنظور التربة، ويجب صيانتها والحفاظ عليه عن طريق التدخل باستخدام العقوم.

- توجد كثير من العيون المائية بالقطيف، إما ذاتية التدفق أو عن طريق الحفر والتطهير، والتي تحتاج إلى حفظها من ردم الرمال التى تنقلها الرياح وتسوقها إليها، وبشكل خاص فى المناطق الزراعية شمال ووسط وشمال غرب وغرب المحافظة، مما يتطلب الأمر تطويق مواضع هذه العيون المائية بالعقوم للحفاظ

على هذا المورد المائي، مثلما الحال فى مزارع الدريدى وأم الساهك، ومنطقة الرويحة، ومنطقة العبي وعين صليبي، وفى هذا صيانة للمزارع القديمة أيضاً من زحف الرمال، وصيانة ما يرتبط بهذه العيون من عمران واستقرار بشرى مهدد.

• تتطلب القطيف عدداً كبيراً من العقوم لصيانة المشروعات الحيوية من مخاطر الجريان السيلى الذى يحدثه المطر بعد سقوطه، خاصة خطوط أنابيب البترول، والمطارات والمهابط الخاصة بشركات البترول، ومحطات الوقود على الطرق ومشروعات استخراج الملح. إضافة إلى القواعد أو المنشآت العسكرية، ومخيمات البدو ذات البناء المتدنى والتي وجدت على هوامش القرى والمدن.

### تنمية العقوم :

يمكن التوسع فى إنشاء العقوم بالمملكة العربية السعودية عن الوضع الحالى القائم بالفعل، وذلك لعدة أهداف .

الهدف الأول منها وهو حماية بعض مراكز العمران من القرى والبلدان أو المدن الصغيرة من خطر الجريان السيلى الذى يفيض على جوانب مجارى الأودية، مثلما الحال فى محافظة القياس بمنطقة جيزان جنوب غرب المملكة قرابة ساحل البحر الأحمر، حيث ينحدر وادى نصب تجاه الغرب مهدداً قرية الخريضم، ولذا يمكن إقامة عدة سدود ترابية أو عقوم إلى الشمال منه وبشكل عرضى من الشرق إلى الغرب بشكل عام. كما يمكن حماية قرية الهجنة الواقعة على يمين وادى عرمرم من خطر السيول، وذلك بإقامة عقوم تمتد بمحور شمالى - جنوبى، فيما بين مجرى الوادى من جهة الشرق والقرية من جهة الغرب.

وفى إطار مناقشة دور حماية العقوم للمظاهر البشرية فإنها يمكن أن تقوم بدور الحفاظ على التراث الثقافى ممثلاً فى إنشاء مجموعة من العقوم لحماية القلاع والحصون، ومن أمثلة ذلك إنشاء عقوم لحماية حصن ابن معواى من الجريان السيلى sheet floods الناتج عن غزارة الأمطار، فى نفس المنطقة فى محافظة

القياس جنوب غ. كما يمكن إقامة عقوم لحماية قصر فضل جنوب غرب سبخة العوشزية بمنطقة القصيم. وهذا يمثل هدفاً آخر لإقامة العقوم.

وتلعب العقوم دوراً غير مباشر في تنمية الموارد المائية على طريق إنشائها لغرض حماية العيون والآبار المائية. ومن أمثلة ذلك إنشاء عقوم إلى الشمال من بئر سلمى فيما بينها وبين الوادى، وذلك لحمايتها من خطر الردم والانديثار، حيث تتعرض لخطر وادى ريم لها.

## (٢) الهند :

- تتم عملية حصاد المطر في الهند بطرق مختلفة حسب الظروف المناخية والبيئية في كل إقليم من الأقاليم الهندية. ففي الإقليم الشمالى الغربى يتم تجميع المياه من قمم واسطح المنازل من المياه المتساقطة مباشرة، أو تجمع في خزانات قروية يتم صيانتها، وتجمع المياه من سفوح التلال. وفي مناطق السهول في آسام وبنغال يتم جمع المياه في خزانات وسدود كنتورية.
- وفي الإقليم الشمالى في حضيض جبال الهيمالايا تجمع المياه من الأسطح وقمم المنازل.
- أما في المناطق شبه القاحلة توجه المياه من الشلالات نحو الخزانات .
- وفي إقليم راجستان حيث الإقليم القاحل وشبه القاحل يتم حصاد المطر بطرق خزانات، أو بطرق ارتشاح المياه ثم تفريغها وصرفها ولها مسميات محلية هناك مثل Nadi.
- أما في الجنوب الأوسط يتم ذلك عن طريق الخزانات والسدود.
- وفي منطقة الهضبة يتم ذلك بعمل خزانات وسدود

فقد وجد في إقليم راجستان وهو إقليم قاحل arid وشبه قاحل نظام حصاد المطر منذ عام ١٥٢٠ حينما أسسه روا جودا Roa Jodha قرب جودا بور (وهي أكبر مدن الإقليم) وذلك من خلال الخزانات الصغيرة حيث يوجد في كل قرية

غرب راجستان خزان واحد على الأقل. والخزان عادة عبارة عن حفرة بعمق ٣-١٢ متر محفورة في مناطق رملية تجمع المياه من منطقة كبيرة المساحة، وتستمر المياه به باقية لمدة ٧ - ١٠ شهور وإذا كانت التربة فيضية تستمر ٨ - ١٢ شهرا. وهي في صحراء ثار تستخدم الخزانات وتعرف بالهندية Toba وتستخدم قرب العزب والقرى وتستطيع نحو ٢٠ عائلة فقط أن تعيش حول الخزان الواحد منها وتستخدم المياه لأغراض منزلية وشخصية (Gurjar & Jat, 2008, p.305, 310, 313).

### (٣) مصر

لحصاد المطر في مصر يقوم السكان في شمال سيناء بعمل حفر بين الكثبان الرملية التي تغطي شمال وشمال غرب سيناء - وعلى مقربة من الشاطئ - حيث تسقط الأمطار الشتوية فتتخلل رمال الكثبان، وتهبط إلى أسفل داخل الرمال بفعل الجاذبية الأرضية.

ولما كان سمك الرمال كبيرا فإنه قلما يحدث للمياه صعودًا إلى أعلى إلى بالخاصة الشعرية لكي يحدث لها تبخرا في الصيف كما أنه يصعب حدوث الخاصة الشعرية في التكوينات الرملية، وكذا فإن المياه تستقر أسفل الكثبان، ويأتى سكان عرب سيناء الرعاه منهم وسكان القرى والمدن المنتشرة على طول شمال سيناء إلى هذه الكثبان ويحفرون حفر بين الكثبان للحصول على المياه للأغراض المنزلية وللشرب وسقى الحيوانات، وتعرف هذه الحفر هناك باسم الهرايات.

أما في شمال غرب مصر على الساحل الشمالى غرب الإسكندرية فإن الأمطار إما أن يتم تحييز المكان في شكل أحواض زراعية صغيرة المساحة ، تزرع على المطر وتروى على المطر، وتتم زراعة نباتات شجرية تتحمل فصل الجفاف، أو يتم الحصول على المياه من أحواض عميقة ترشح إليها مياه المطر، والمياه الأرضية الباطنية القريبة من السطح وترفع المياه بطرق مختلفة إلى السطح لاستخدامها في رى المحاصيل الشجرية وبعض النباتات الحولية المزروعة.

## • مفهوم الحصاد

هناك فارق بين : جمع المطر gather وحصاد المطر Harvest. وذلك على النحو التالي :

حصاد Harvest	جمع gather أو تجميع
<ul style="list-style-type: none"> <li>• من شئٍ مثمر + نافع</li> <li>• من شئٍ متجمع في موضع أو مكان</li> <li>• من شئٍ مادي بمختلف هيئاته.</li> <li>• يعنى استخدامه من بعده حصاده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ممكن غير نافع.</li> <li>• غالبا متباعد ومكونات فردية.</li> <li>• من شئٍ مادي ملموس صلب.</li> <li>• يعنى استخدامه بعد فترة طويلة.</li> </ul>

## • مرحلة الحصاد Harvest Stage :

- ممكن قبل سقوط المطر ← استمطار السحب.
- ممكن أثناء سقوط المطر ← فوق أسطح المنازل
- ممكن بعد سقوط المطر ← أمام السدود والعقود.
- خصائصه الطبيعية (آلية الحصاد) : Harvest technique

- حصاد صناعى : استمطار السحب.

- حصاد طبيعى : أمام السدود والحواجز.

## • مكان الحصاد : The Nature of space

- أماكن مفتوحة Open space مثل ملامح السطح السهل والتلى... الخ.
- أماكن مغلقة Closed space مثل أسطح المنازل.

## • المظهر الجيومورفولوجى لمنطقة الحصاد Geomorphological Feature

- رمال ← فى الصحارى وأشباه الصحارى ومناطق شبه المطيرة.
- صخور ← فى الصحارى الجبلية والهضبية وذات التضاريس المموجة.
- أسطح ناعمة ← روضات - وبلايا والأسطح الناعمة (فوق المنازل)
- كثبان.
- منخفضات.

# الفصل الحادى عشر

## الطرق الأخرى لتنمية مياه

## الأراضى الجافة والقاحلة

- حفر الآبار
- بناء السدود وتنمية مياه السيول
- حفر القنوات ومد أنابيب المياه
- تحلية المياه وتدويرها
- إدارة الحفاف



## أولاً : حفر الآبار :

نظراً للنقص الشديد للمياه في الصحارى وتعرض الأراضى التى يصيبها الجفاف dry للعجز الشديد فى المياه، لذا فكر الإنسان فى حفر الآبار لضمان التزود بالمياه لأغراض الشرب، أو حفرها على نطاق إقليمى كبير لأغراض الزراعة والرى والتنمية.

ففى آسيا فى الهند مثلاً أصبح تنمية المياه الجوفية ممكناً منذ العصور القديمة. وقد كان أقدم عمليات اختبار وجود المياه الجوفية ومعالجتها واستخراجها تحتوى على تفاصيل دقيقة عن المياه الجوفية والتى تم جمعها من الينابيع والآبار، وكان من أقدمها تلك الأوصاف والخصائص التى ذكرها Rollman عن مجارى المياه الجوفية فى مصر وسوريا عام ٨٠ قبل الميلاد، إضافة إلى الوصف الذى ذكره الفلاسفة الإغريق والرومان حيث وصفوا أسس تكوين الشلالات المائية. كما ذكر هومر Homer وبلاطو Plato وغيرهما أن هناك خطوط مياه تتدفق جوفياً من مياه البحر تحت الجبال، وأخيراً جاء شيلبي فيتريفيز Shiple & Vitruvius الذى شرح لنا عملية تسرب المياه الجوفية بوضوح بعد سقوط الأمطار الغزيرة على التلال والجبال وتختفى تحت السطح لتظهر بعد ذلك فى شكل مساقط مائية عند مواضع المناسب المنخفضة للتلال وظلت الفكرة عند الفلاسفة فى القرن السادس عشر حتى تم تقنياتها فى العصر الحديث (Gurjar & Jat; 2008).

وفى الهند تم عمل خزانات لجميع المياه الجوفية وتكون جوانبها أو حوافها مرتفعة بحيث تشكل حاجزاً أو حداً، وترجع مميزات خزانات مياه الرى بالهند إلى أنها :

- أ- أنها أرخص وطريقة أكثر شعبية للرى.
- ب- تحافظ على استمرار مستوى للمياه الجوفية.
- ج- عملية الرى بحفر الآبار فى الصخر مكلفة جداً بينما الخزانات أكثر رخصاً.

د- الاتفاق عليها أقل بكثير مقارنة بالقنوات.

هـ- يمكن استخدام مياه مضافة من تساقط المطر يتم تجميعها خلال الخزانات.

تمثل المياه الجوفية في البحرين كجزيرة أو دولة جزرية المصدر الوحيد للمياه في الدولة حيث يتم استخراج المياه بمعدلات جعلت مياه البحر المالحة التي تتدفق باطنيا إلى المياه العذبة قد أصبحت ضعف الكمية التي تم سحبها من الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، وقد أدى هبوط مستوى الماء الجوفى إلى تهديد الطبقات الحاملة للمياه بالطغيان عليها والتي يتم التزود منها بالمياه.

وقد حفرت في الهند العديد من آبار التغذية recharge والتي تم حفرها في الرواسب الطينية بالآلاف العديدة ، بعضها جف وأخرى مازالت تعطى المياه وتعوض انخفاض مستوى المياه بها. حيث تم حفرها في منطقة تجمع المياه حيث تتسرب المياه إلى قاع البئر فيرتفع مستوى الماء الجوفى فى البئر الذى يتم سحب الماء الجوفى منه.

أما نظام الخزانات Tanks فى الهند فإنه توجد الخزانات بكثرة والتي تجمع فيها المياه فى منطقة هضبة الدكن والتي كثيرا ما تتأثر مناطقها بأحداث الجفاف ونقص مياه الأمطار الموسمية.

فعلى سطح الهضبة بشبه القارة الهندية تتم عمليات ري الأراضى الزراعية باستخدام مياه الخزانات حيث يتم استرجاع المياه من الخزانات إلى سطح الأرض لأطول فترة، وذلك فى فصل الجفاف الذى يحل بعد انتهاء فصل الأمطار الموسمية الصيفية بها، وحيث لا تجرى المياه طول السنة ولا تصبح المياه متاحة إلا فصل سقوط المطر الموسمى فقط (Gurjars & Jat, 2008, p.135) ولذلك كان من الضرورة تجميع مياه الأمطار و تخزينها لاستخدامها فى عمليات الري الزراعى فى الإقليم التلى وفى المسطحات الهضبية التى توجد بها تربية تصلح للزراعة.

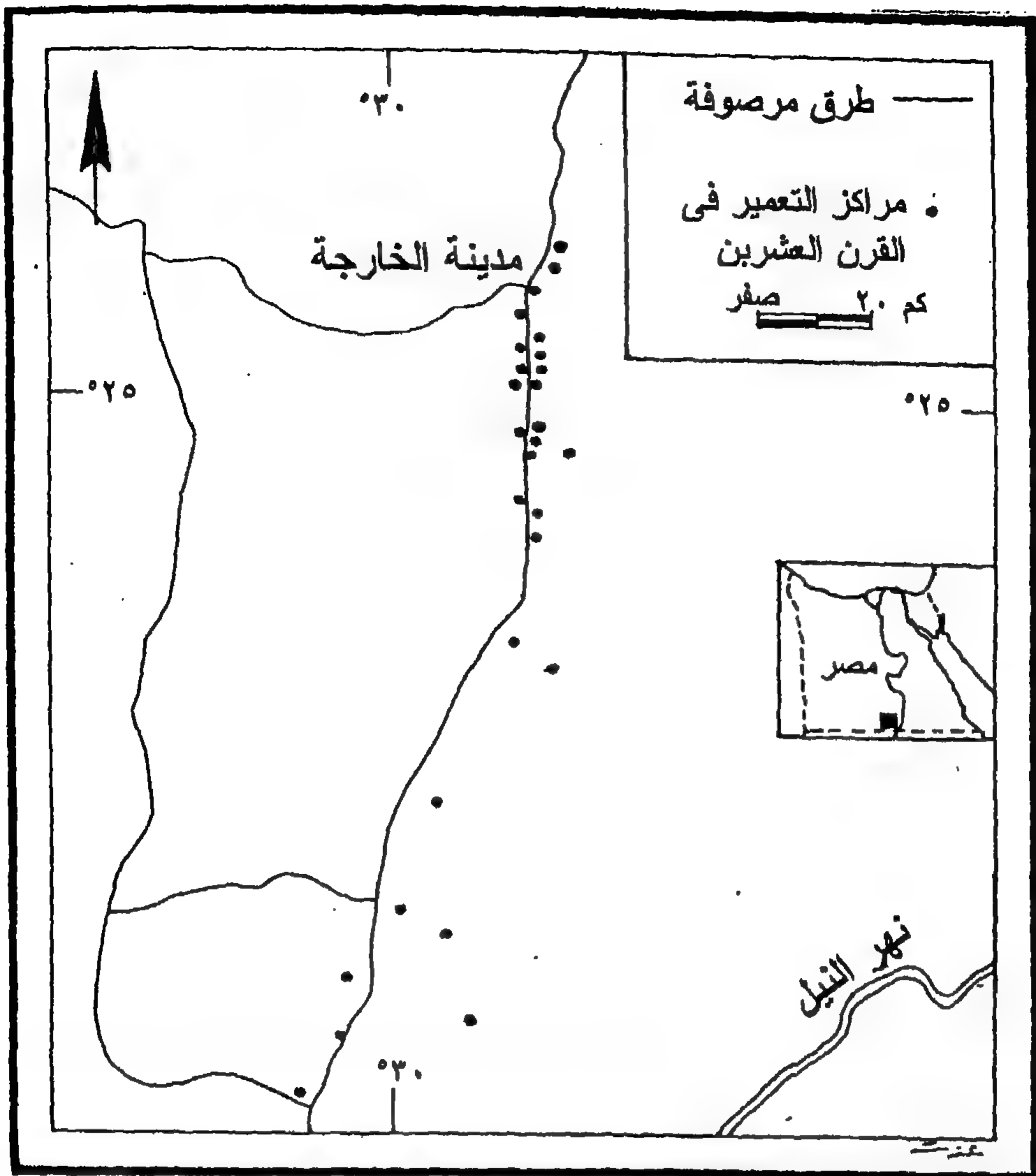
وتجمع المياه (مياه الأمطار) في الخزانات - وهي خزانات صناعية- واسعة على سطح التربة (على سطح الأرض) وهذه الحفر تكون أعمق من مستوى سطح الأرض المجاورة، ويتم حفرها من وقت لآخر لتحسين أدائها وزيادة كفاءتها.

وهناك مشروع جرّ مياه حوض الديسى الجوفى جنوب شرق الأردن وضخها إلى عمان العاصمة وذلك عبر أنابيب، وينفذ خلال الفترة ٢٠٠٩-٢٠١٢ ويدار المشروع من خلال خبرة تركية والأنابيب بطول ٣٢٥ كم تتقل ١٠٠ مليون م<sup>٣</sup>.

وفى تركمانستان تشير الدراسات إلى أنه يمكن تنمية المناطق الرملية عن طريق الاستصلاح الناجح، وأن تكون المياه الجوفية مرشدة، حيث يتم الرى بالرشاشات، بينما التربة الرملية التى يقع أسفل منها تربة طينية يمكن رىها بالغمر (Babaev & Overliev, 1994, p.97). كما أنه فى استراليا يمكن تنمية الإقليم الصحراوى من خلال حفر الآبار بين مناطق الكثبان، وعمل محطات تربية الماشية فى هذا الإقليم الجاف وشبه الجاف (Clapp, 1926, p.230).

وفى قارة أفريقيا نجد أنه فى السودان قد حفر فى حوض البقارة الجوفى ١٢٠ بئراً وفى أم روابة شرقى كردفان ١٠٠٠ بئر وفى الصخور الرملية النوبية ١٠٠٠ بئر أيضاً وكلها لخدمة الإقليم الجاف وشبه الجاف هناك (التركمانى، ١٩٩٢، ص ٢٠٥) لتوفير الاحتياج المائى.

وفى مصر خلال السنوات الأخيرة خطط (ونفذ حتى عام ٢٠٠٠) لحفر آبار لتنمية محور درب الأربعين فى جنوب منخفض توشكى على طول محور منخفض الخارجة لعدد ٨٥ بئراً، وفى منطقة شرق العوينات (شرقى الجلف الكبير) حفر ٥٨ بئراً وباقى تنفيذ ما تبقى من خطة تنمية هذه المنطقة فى جنوب الصحراء الغربية فى مصر.



محور تعمير درب الأربعين في جنوب مصر  
شكل (٧٦)

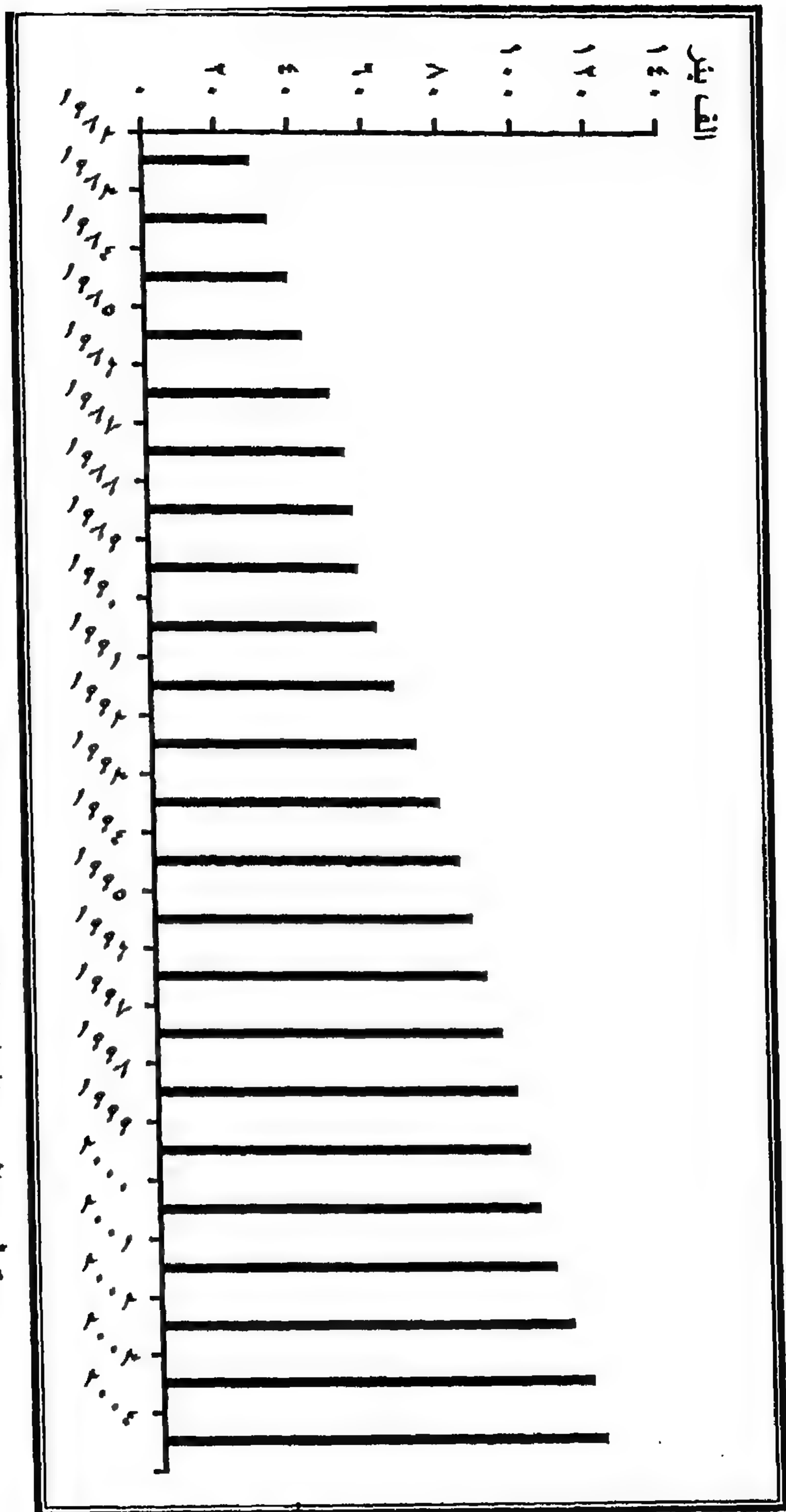
## التطبيق على السعودية :

إذا أخذنا المملكة العربية السعودية على سبيل المثال لا الحصر نجد أن المملكة بدأت في تقسيم الدولة إلى مناطق مائية عددها ٨ مناطق، وتم حصر الموارد الطبيعية في كل منها، ومنها الموارد المائية الجوفية وإمكانية حفر عدد معين من الآبار يتناسب مع إمكانية هذه المياه، وعلى سبيل المثال لا الحصر أيضاً حفر في منطقة الأحساء وخدها ٣٣٦ بئراً، بعضها حر الجريان والأخرى تركب عليها المضخات لسحب المياه، بالإضافة إلى ٨٣ ينبوعاً طبيعية (الجبر، ٢٠٠٢، ص ١٠٥)، وذلك للتوسع الزراعي في هذه البيئة الجافة شرقى المملكة، ويمكن قياس عليها باقى أرجاء المملكة من أجل التنمية.

وقد حفرت آبار حول مدينة الرياض لتغذيتها بالمياه ومنها طلبات وادى الحابر فى وادى حنيفة (وهو أحد روافده) وقد تطورت أعداد الآبار المحفوة فى المملكة منذ ٤٠ سنة ماضية. ففي عام ١٩٧١ كان عددها نحو ٦٠٠٠٠ بئر، سواء الآبار القديمة أو التى حفرت حديثاً (أبو العلا، ١٩٧٩، ص ١١٦) وقد وصل عدد الآبار فى عام ١٩٩١ - أى بعد ٢٠ سنة - إلى ٤٩٩٧ بئر حكومى و ٦١٣٣٢ بئر أهلى، أى بمجموع ٦٦٣٢٩ بئر كما فى جدول (٣٨) ولهذا فإن الزيادة خلال ٢٠ سنة، بلغت ٦٣٢٩ بئر أى أن عددها قد زاد عشرة ١٠% خلال ٢٠ سنة، أى بمعدل نصف % سنوياً. ومنذ ١٩٩١ حتى ٢٠٠٤ نجد أن الآبار قد زادت كالتالى :

- الآبار الحكومية من ٤٩٩٩٧ - إلى ٥٧٩٦ بئر بنسبة ١٦%
- الآبار الأهلية من ٦١٣٣٢ إلى ١١٤٧٥٢ بئر بنسبة ٨٧ % شكل (٧٧).

تطور العدد الكلى التراكمى للآبار الحكومية والاهلية بالسعودية  
شكل (٧٧)



تطور العدد الكلى التراكمى للآبار الحكومية والاهلية بالسعودية

شكل (٧٧)

جدول (٣٨)  
تطور أعداد الآبار في السعودية

الآبار الأهلية	الآبار الحكومية	السنة
٢٥٩٢٢	٣٩٧٨	١٩٨٢
٢٩٩١٧	٤١٨٩	١٩٨٣
٣٥٠٨١	٤٣٣٧	١٩٨٤
٣٨٥٨٩	٤٤٥٨	١٩٨٥
٤٥٧٦٢	٤٦٠٦	١٩٨٦
٤٩٥٥٤	٤٦٦٧	١٩٨٧
٥١٣٢٧	٤٧١٤	١٩٨٨
٥٢٣٢٧	٤٨١٠	١٩٨٩
٥٦٩١٤	٤٩٣٤	١٩٩٠
٦١٣٣٢	٤٩٩٧	١٩٩١
٦٦٨٢٣	٥٠٢٣	١٩٩٢
٧٢٨٣٣	٥٠٤٥	١٩٩٣
٧٧٧٥٤	٥١٢٧	١٩٩٤
٨٠٩٥٤	٥٢٢٤	١٩٩٥
٨٤٣٩٢	٥٢٧٩	١٩٩٦
٨٨١٤٧	٥٣٢٤	١٩٩٧
٩١٩١٦	٥٣٤٥	١٩٩٨
٩٥١٤١	٥٣٤٩	١٩٩٩
٩٧٧٤٥	٥٣٨٣	٢٠٠٠
١٠١٨٦٢	٥٤٩٠	٢٠٠١
١٠٦٣٧٠	٥٥٨٤	٢٠٠٢
١١١٤٨٨	٥٦٦١	٢٠٠٣
١١٤٧٥٢	٥٧٩٦	٢٠٠٤

المصدر : وزارة المياه - إدارة تنمية موارد المياه.

## ثانياً : بناء السدود وتنمية مياه السيول

### (١) السدود :

تمثل إقامة السدود وسيلة أخرى لتوفير المياه في البيئات الجافة، خاصة إذا كانت هذه البيئات تتعرض لأحداث الجفاف من حين لآخر. وتعمل السدود على حفظ المياه التي تضيع هباءً أثناء سقوط الأمطار و حدوث جريان سطحي في هذه البيئات، ويمكن استخدام هذه المياه المحتجزة أمام السدود في الأوقات التي يتوقف فيها المطر فصلياً أو في فترة النقص الحاد في سقوطها.

وقد بنى في العالم الثالث نحو ثلثي عدد السدود العظمى في العالم كله، والتي يحد أساساً من بنائها فقر الدول وارتفاع تكاليف عملية إنشاء السدود. وتبنى السدود لأغراض الري وتوليد الكهرباء وتوفير المياه، وتمثل أفضل الطرق للتحكم في المياه السطحية وإدارتها (Development, 1986, p.34) خاصة من خلال بناء السدود والتي يمكن أن تساعد على تجنب المخاطر مثل الجفاف، والمجاعات، والعمل على زيادة إنتاج المواد الغذائية والطعام والمياه.

### جدول (٣٩)

#### السدود الكبرى المقترحة في العالم

النهر	عدد السدود	النهر	عدد السدود	النهر	عدد السدود
أمودارينا	٢	كيريل	٩	دجلة والفرات	١٩
براهما بوترا	٣	كورا - أراكس	٤	كلورادو	١
الجانج	٥	سرداريا	٤	وادي دراع	١
السند	٣	تابتي	١	بارانا	٤
				أورجواي	١

After world Res.Institute , 2000

وقد بلغ عدد السدود العظمى فى العالم ١٢٣ فى آسيا، ٢٠ فى قارة أوربا، ١٢ فى أمريكا الجنوبية و ٣ فى قارة أفريقيا، ناهيك عن سدود الولايات المتحدة الأمريكية خاصة فى الجنوب الغربى الجاف.

ولتنمية المياه فإنه قد اقترح عمل سدود كبرى على الأنهار الكبرى فى العالم والمقترحة على النحو الوارد فى جدول (٣٩) فى المناطق الجافة :

### الأمثلة التطبيقية

#### (١) المملكة العربية السعودية :

على الرغم من عدم وجود أنهار دائمة أو موسمية الجريان فى المملكة إلا أن كثرة الأودية الجافة بها، ووجود أودية عظمى مثل الرمة والدواسر من جهة أخرى، وحدوث جريان سيلى بهذه الأودية قد دفع بالمملكة إلى ضرورة بناء شبكة من السدود فى مختلف أقاليمها لتجميع المياه، وتنميتها واستغلالها بشكل مباشر أو غير مباشر فى هذه البيئة القاحلة والجافة.

وقد إنشئ فى المملكة نحو ٢٢٣ سداً حسب آخر إحصاء فى القرن الحادى والعشرين، بعضها ترابى وأخرى ركامى، ونوع ثالث خرسانى، موزعة على مختلف الأودية كل حسب مقدار تصريف الوادى وسعة تخزين السد، ومن أكبرها سد جيزان وبيشة وسد وادى حنيفة وسد المجمع وسد روضة سدير وسد حريملاء.

وقد تم إقامة مجموعة كبيرة من السدود، وتتراوح بين الترابية وأخرى تعمل بالحاسب الآلى. ومن أمثلة السدود حسب كفاءة تخزينها:

١- سد الملك فهد ٣٢٥ م.م ٣ فى بيشة.

٢- سد وادى نجران ٨٥ م.م ٣

٣- سد وادى جازان ٧٥ م.م ٣

٤- سد وادى تربة ٣٠ م.م ٣٠

٥- سد وادى عكرمة ٣٠ م.م ٣٠

٦- سد وادى ينبع ٣٠ م.م ٣٠

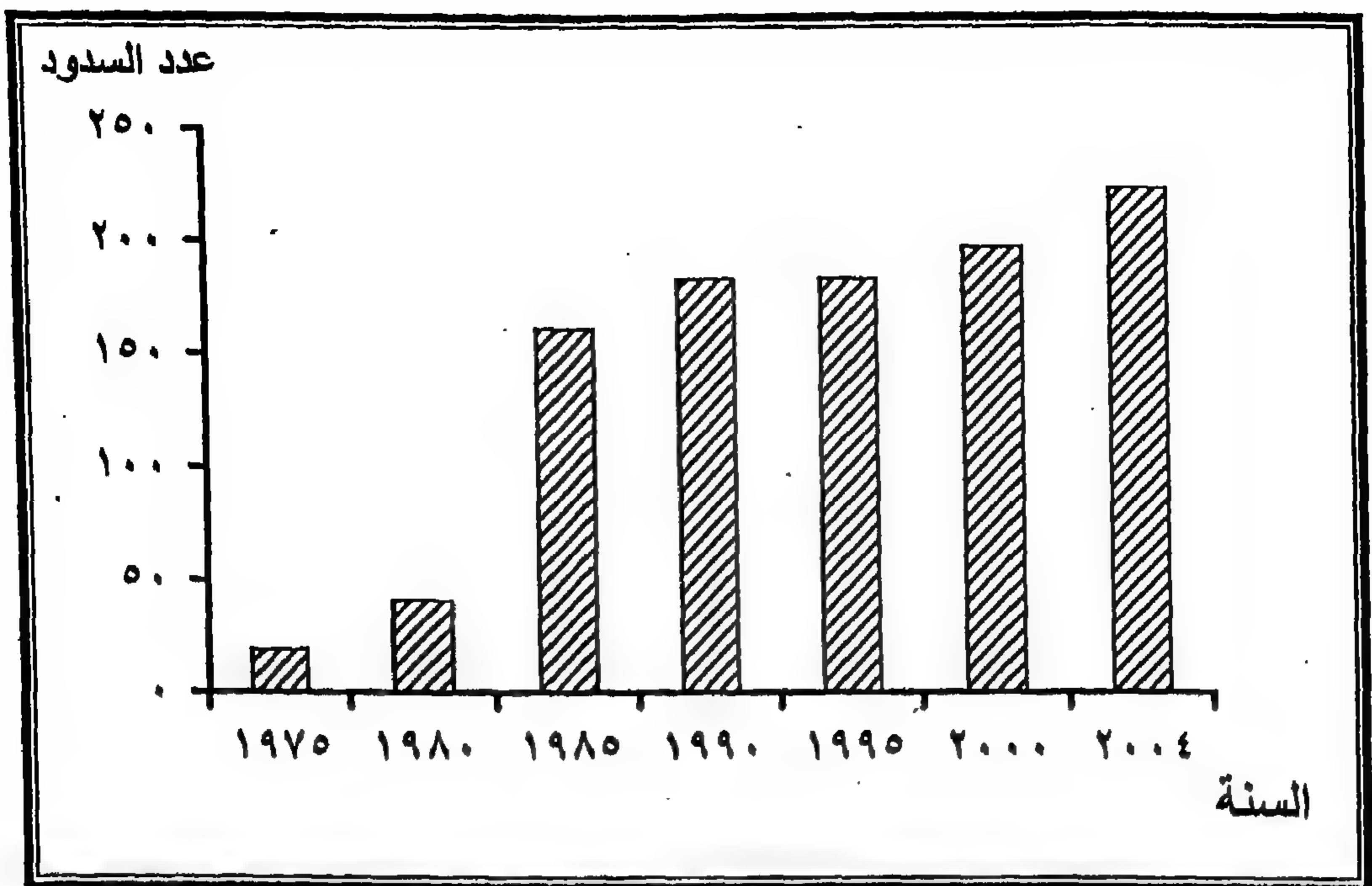
ومن حيث التوزيع المكانى للسدود فى المملكة العربية السعودية نجد أنه على الرغم من أن السدود تتركز تركزاً واضحاً فى المنطقة الغربية والجنوبية الغربية والوسطى، إلا أن التقسيمات الهيدرولوجية لمناطق السيول هى ثمانى عشرة منطقة، منها ثمانى مناطق تعد كبيرة فى سعة التخزين نسبياً فى سدودها، وهى التى تفوق العشرين مليوناً من الأمتار المكعبة، وبيانها حسب ترتيبها كما يلى كما ذكرها محمد (١٩٨٩) :

- |                    |    |                 |    |
|--------------------|----|-----------------|----|
| ١- منطقة نجران     | ٨٥ | ٢- منطقة جيزان  | ٥١ |
| ٣- منطقة الطائف    | ٤٠ | ٤- منطقة الباحة | ٣٢ |
| ٥- المدينة المنورة | ٣٠ | ٦- عسير         | ٢٨ |
| ٧- الرياض          | ٢١ | ٨- مكة المكرمة  | ٢٠ |

وقد حدث تطور عددي للسدود فى المملكة بالمنظور الزمانى وليس بالمنظور المكانى (التوزيع المكان السابق ذكره) وجاء على النحو التالى كما فى شكل (٧٨) وجدول (٤٠) على سبيل الإيجاز كما أوردته وزارة الزراعة (٢٠٠٥، ص ١٨) :

جدول (٤٠) تطور أعداد السدود بالمملكة العربية السعودية

السنة	العدد	جملة السعة التخزينية
١٩٧٥	١٩	٦٥,١ م.م ٣
١٩٨٥	١٦١	٣٧٠,٨ م.م ٣
١٩٩٥	١٨٣	٤٣٣,٦ م.م ٣
٢٠٠٤	٢٢٣	٨٣٥,٦ م.م ٣
المجموع	٢٢٣	بالمليون متر مكعب



## التطور الزمني لأعداد السدود في المملكة العربية السعودية

في الفترة (١٩٧٥-٢٠٠٤)

شكل (٧٨)

(٢) ليبيا :

والمثال الثاني نأخذه من ليبيا التي أقيم فوق الأودية المنحدرة من الجنوب إلى الشمال وتصب مياهها في البحر المتوسط مجموعة من السدود بلغ عددها ١٧ سداً أكبرها سد وادي القطارة الذي يحجز ٨,٤ مليون متر مكعب سنوياً ويليه سد وادي المجانين جنوب طرابلس بنحو ٧٥ كم، أما باقي السدود فيمكن لها حجز كمية ما بين ٠,١ - ٢,٢ مليون م<sup>٣</sup>/ السنة كما في شكل (٧٩).

ولما كانت الأودية الجافة في ليبيا تتجه بشكل عام من الجنوب إلى الشمال، فإن فكرة إنشاء السدود لتنمية المياه في ليبيا تعتمد على أن الشمال الأفريقي تسقط عليه أمطار من نظام مناخ البحر المتوسط شتاءً، وتتلقى الهوامش الشمالية للصحراء الكبرى أمطاراً شتوية تتسبب في جريان الأودية الجافة بالمياه في شكل سيول شتاءً. وقد أدى هذا إلى اتجاه ليبيا للقيام بعمل شبكة من السدود بشكل متعامد على الأودية المتجهة نحو الشمال، فجاء توزيع شبكة السدود في نطاق عرضي من الشرق إلى الغرب قرب نهايات الأودية كما في شكل (٧٩).

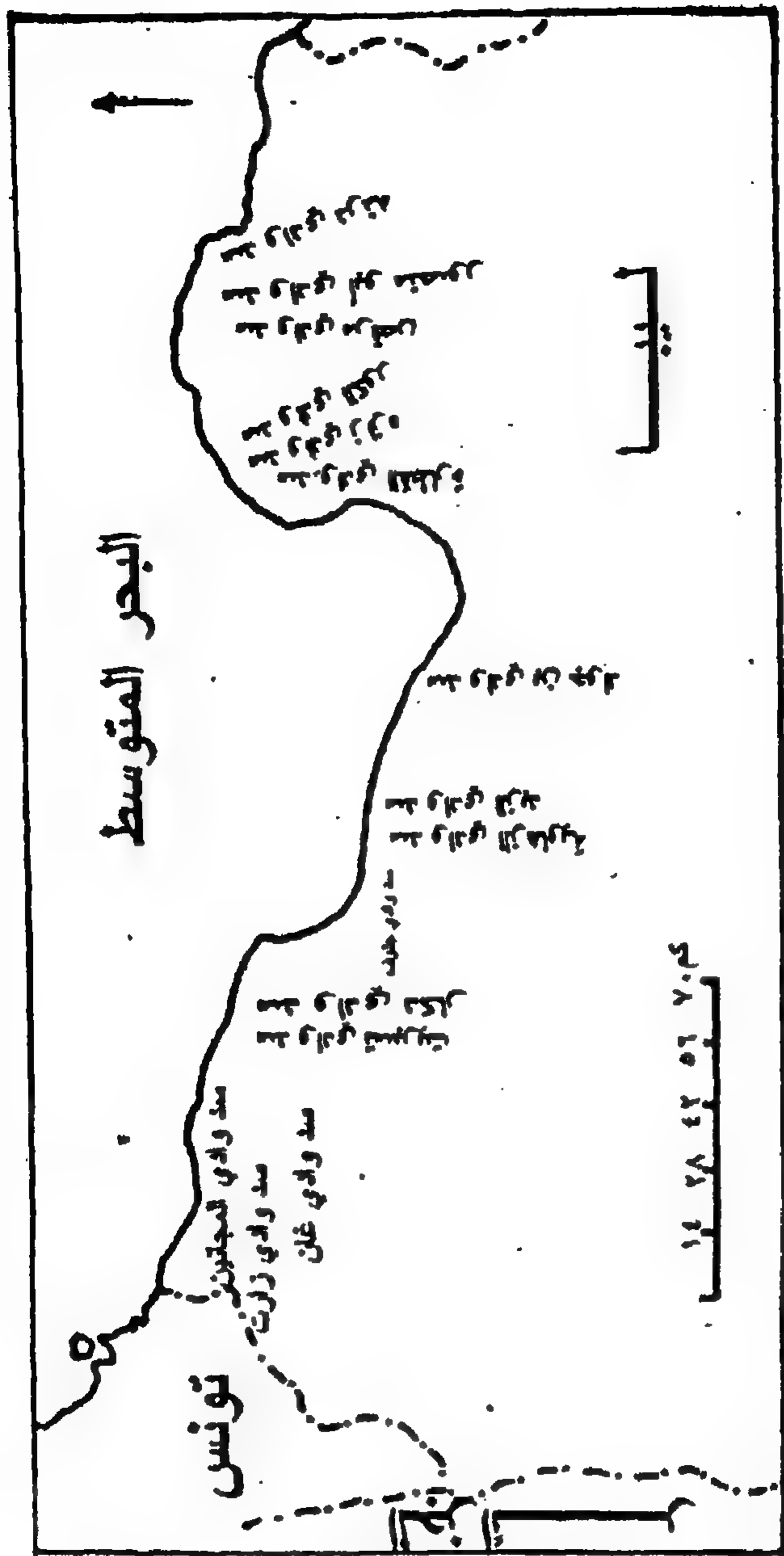
ففى منطقة الجبل الاخضر يوجد ٦ سدود كبرى هى من الشرق إلى الغرب:  
سد وادى درنة، وادى أبو منصور، وادى مرقص، وادى الكور، وادى زازة، وادى  
القطارة. أما على مقربة من ساحل خليج سرت فتوجد ٤ سدود على أودية : بن  
جوانن الزبد، الزهاوية، جلوف. وفى الشمال الغربى توجد سدود على أودية :  
دكار، تسبريت، المجانين، زارت. هذا علاوة على ان ليبيا أسست بعض السدود  
عند أعالي أو أواسط مجارى الأودية مثلما هو الحال فى سد البلاد على وادى درنة  
وسعته ١,٢ مليون م<sup>٣</sup> ، وسد بو منصور، وسعته ٢٣ مليون م<sup>٣</sup>.

### (٣) مصر

تم إنشاء أكبر سد فى مصر فى المناطق القاحلة أو الجافة فى شبه جزيرة سيناء  
وهو سد الروافعة على وادى العريش وذلك فى الجزء الأدنى من الوادى، ويبعد  
عن جنوب مدينة العريش بنحو ١٠ كيلو مترات والهدف منه حجز مياه السيول.  
وقد حجز هذا السد نحو ٥,٥ مليون متر مكعب أمامه بعد حدوث سيل عام ٢٠١٠  
فى شهر فبراير. وهناك سد طلقه البدن وهو من نوع سدود الإعاقة، وسد الكرم  
الذى له كفاءة تخزينية تبلغ ٢ مليون م<sup>٣</sup>.

أما فى شمال هضبة مرمريكا الواقعة فى الطرف الشمالى للصحراء الغربية فى  
مصر وتشرف على ساحل البحر المتوسط فإن الأودية الجافة التى تقطعها تصرف مياه  
السيول إلى البحر المتوسط على غرار الأودية الجافة فى ليبيا والسابق ذكرها.

وقد أقيم شمال مصر فى هضبة أمريكا عند نهايات الأودية الجافة غرب  
الإسكندرية نوعان من السدود، النوع الاول هو سدود الانتشار، وتتشرب المياه فى  
أكبر مساحة ممكنة ليتم زراعة هذه المساحة بالشعير. والنوع الثانى هو السدود  
الاعتراضية، وهى كبيرة، تعترض المياه وتحول دون وصولها للبحر، ثم أخذها  
لزراعة مساحات كبيرة من الشعير ومن أمثلتها سد نهاية وادى ماجد، وسد ام  
اشطان على نهاية وادى يحمل نفس الاسم وذلك فى منطقة القصر (الزوكة،  
١٩٧٤، ص ٧١).



مواقع السدود على الأودية الجافة في ليبيا

شكل (٧٩)

وفى مصر يمكن تنمية مياه السيول فى كل أودية سيناء والتي يبلغ بها الجريان السيلى سنوياً ما بين ١٣١-٢٠٠ مليون متر مكعب، منها ٦٠ مليون متراً مكعباً بوادى العريش. أما سيول البحر الأحمر والتي تتحدر من جبال مصر الشرقية فتبلغ كمية مياهها ٢٧٤,٨ مليون متر مكعب تسيل من ١٨ وادياً رئيسياً (الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، ١٩٩٣).

#### (٤) البرازيل

تمثل حالة البرازيل هنا مناطق مطيرة تحدث بها حالات الجفاف dry وليست القحولة arid، حيث يوجد هذا المظهر الجاف وشبه الجفاف فى شمال شرق البرازيل، وتتحدر فى هذه المنطقة الأودية نحو الشمال، والشمال الشرقى، والشرق. وقد بنيت على ٩ أودية منها مجموعة من السدود، لتجميع المياه وحجزها للاستفادة بها فى فترات نقص الماء وحدوث الجفاف drought.

وقد خطط منذ ثلاثينات القرن العشرين إنشاء نحو ٢٥ سداً على هذه الأودية، وحددت مواقعها كما فى شكل (٨٠) بحيث تزيد كفاءة تخزين كل سد منها عن ٢٠ مليون م<sup>٣</sup> وأن مجموع السدود كلها فى شمال وشرق البرازيل سوف يصل ١٦٠ سداً، ٣٥ منها ٨٠ تخزن ١,٣ مليون م<sup>٣</sup>، وإجمالى ٣٦٠ سداً كمجموع كلى يصل مجموع تخزينها بعد تنفيذها ٢,٦٨ مليار متر مكعب (Freise, 1938, p.375)

#### (٥) الهند :

نظراً لكثرة الأودية غير المنتظمة فى الجريان وحدوث جفاف هيدرولوجى بها علاوة على الجفاف المناخى drought ولكثرة السكان وزيادة كثافتهم فإن السكان بدأوا يتغلبون على هذا العجز المائى بعمل السدود الترابية، وهى عبارة عن بناءات ترابية Earthen structure يتم وضعها بشكل تجميعى بعرض الوادى ويفضل أن تكون بشكل مقعر تجاه المنبع ومحدب تجاه المصب. والهدف هو تجميع المياه أمام هذه السدود لأغراض شرب الحيوانات والاستخدام المنزلى، وأحياناً تبنى من الأحجار والحصى والزلط والمواد الطينية بحيث لا تكون غير منفذة للمياه.



المصدر: بتصرف After: Breise, F.W, 1938

السدود على انهار وأودية شمال شرق البرازيل  
بكفاءة حتى ٢٠ م. م<sup>٣</sup> السنة  
شكل (٨٠)

وهناك مسميات عديدة في الهند للسدود فمنها سدود البرك وتعرف هناك باسم nalla bunds وهي تجمع المطر في منطقة تساقط يقل عن ١٠٠٠ ملليمتر (١٠٠ اسم) وعمق البركة لا يقل عن المتر الواحد والسدود الترابية هنا تكون صغيرة ويوجد في البركة قلب محفور له حائط تم عمله من الطوب وتسود الآن سدادات أسمنتية. وآخر ما توصلت إليه السدود من هذا النوع أبعاد على النحو التالي :

الطول ١٠ - ١٥ مترًا

الارتفاع ٢ - ٣ أمتار

العرض ١ - ٣ أمتار

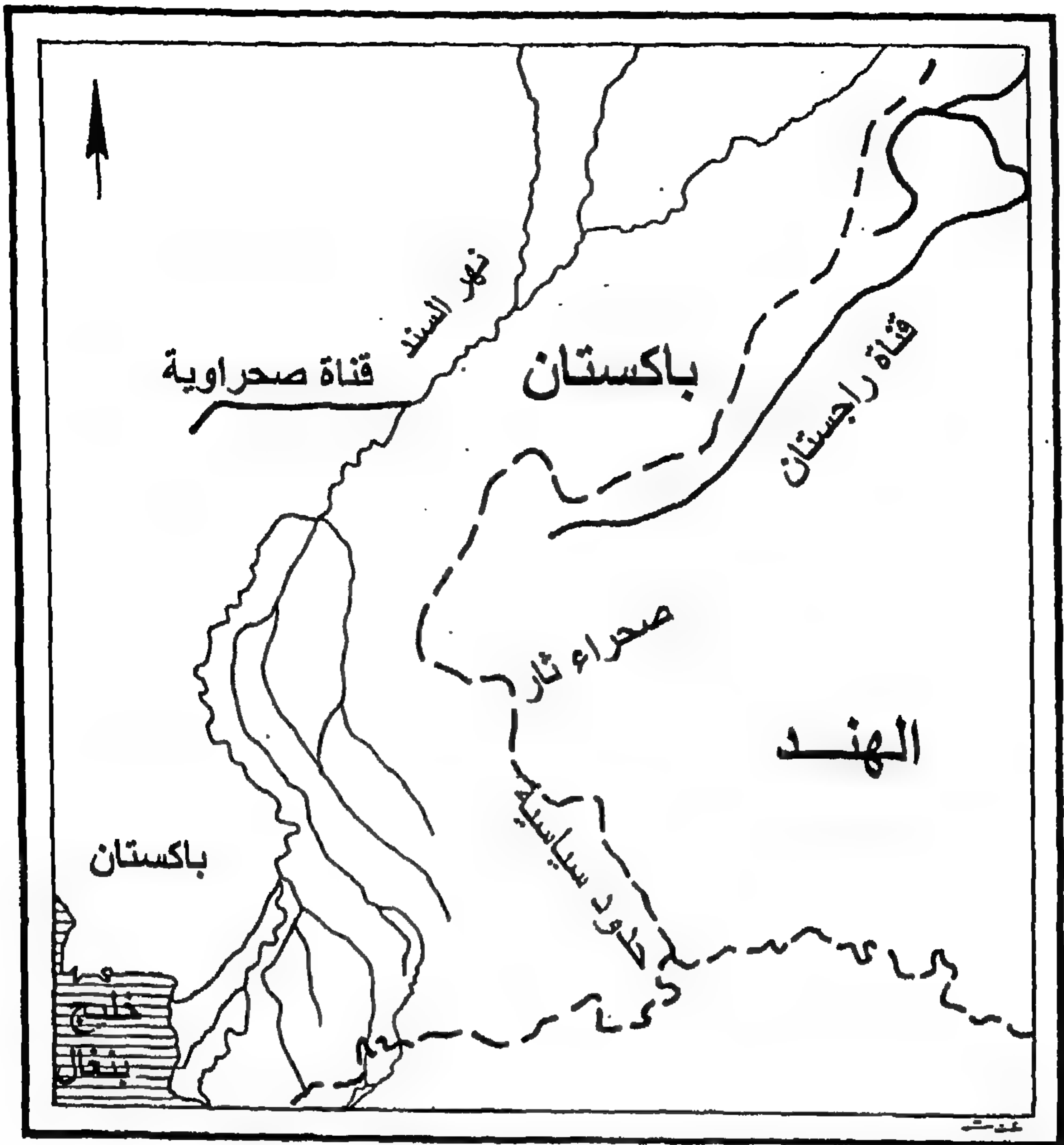
وتصمم في هيئة شبه منحرف (Gurjar & Jat, 2008, p.89)

### ثالثاً : حفر القنوات ومد أنابيب المياه

#### (أ) قارة آسيا

يمكن نقل المياه من مكان به وفرة مائية إلى مناطق العجز المائي خاصة في الأراضي الصحراوية والقاحلة، سواءً عن طريق القنوات المائية السطحية أو القنوات المغطاة أو ما يعرف بأنابيب نقل المياه. ومن أمثلة القنوات السطحية قناة راجستان في الهند التي حفرت في صحراء ثار شمال غرب الهند عام ١٩٥٠ بطول ٦٥٠ كم، وذلك لنقل المياه من نهر السند إلى صحراء هندستان، وكفائتها للرى تبلغ ١,٢٥ مليون هكتار (Sdayuk, 1986, p.90) كما في شكل (٨١).

وفكرة المشروع تتركز في انه تم إنشاء سد في القرن ١٩، وحفرت القناة بحيث تتحول مياه نهر بريار Periyar تجاه الغرب وتتحول للمياه من حوض النهر إلى حوض نهر آخر يعرف بنهر فايجاى vaigai واحضرت مياه الهيمالايا بذلك إلى صحراء راجستان من خلال مشروع قناة عرفت هناك باسم قناة انديرا غاندى. وتنقل هذه القناة المياه من الشمال إلى الجنوب الغربى، أى من مناطق الغنى المائي إلى مناطق العجز المائي، من المناطق المطيرة إلى المناطق الجافة، فيما يعرف بالصحراء الهندية الكبرى أو صحراء ثار الواقعة شمال غرب الهند، كما في شكل (٨١).



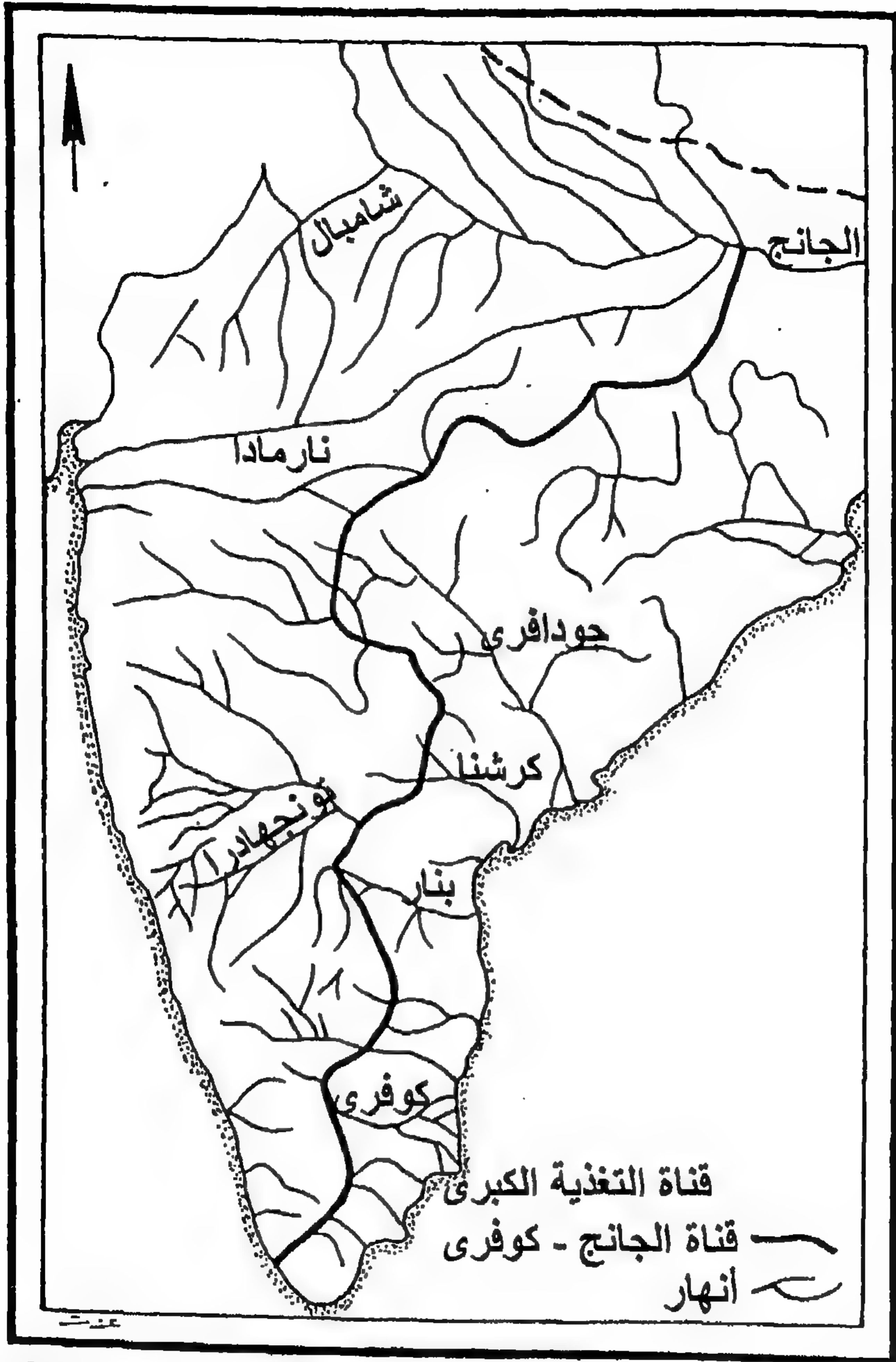
قناة راجستان ، والقناة الصحراوية في الهند وباكستان  
شكل (٨١)

أما في باكستان فقد حفرت قناة شبيهة بذلك، عرفت باسم قناة الصحراء، والتي تأخذ مياهها من نهر السند في الثلث الجنوبي لأراضي باكستان، وتتجه هذه القناة بمحور شرقي - غربي تقريبا من عند مدينة كاندا كو على النهر ثم تنحني نحو الجنوب الغربي حتى تصل إلى مدينة بنجاري Bengari حيث تروى أراضي تقع إلى الجنوب من سلسلة جبال سليمان وإلى الشرق من سلسلة جبال كيرثار.

وقد خطط في الهند لتنمية المياه وتوفيرها في المناطق التي يصيبها الجفاف، بحيث يتم التخطيط لعمل مشروعات مائية كبرى منها قناة عرفت باسم كونول - كودابا. وقد بدأ التفكير فيها منذ عام ١٨٦٣ لتحويل مياه نهر كرشنا الواقع في الجنوب الشرقي إلى حوض نهر بنار Penner الواقع إلى الجنوب منه، وهذا الموضوع عمره نحو ٥ قرون منذ فترة حكم المغول في الهند، واكتملت القناة عام ١٨٨٢. ثم جاء مشروع تحويل المياه بين الأحواض النهرية، بحيث تنشأ قناة في وسط شبه القارة الهندية من الشمال إلى الجنوب بشكل متعرج.

ويذكر جوجار وجات عام ٢٠٠٨ بأن مركب المشروع يتكون من ٤ وصلات متصلة تبدأ من نهر الجانج شمالاً حتى نهر كوفري في الطرف الجنوبي لشبه القارة الهندية، وبطول ٢٦٤٠ كيلو متر، وقدر أن هذا المشروع يستغرق نحو ٣٠ سنة حتى يستكمل شكل (٨٢).

أما الخطة الحالية فقد ركزت على عمل قناة تتكون من ٣٦ وصلة، وتنقل المياه من ١٩ نهراً من شمال الهند و ١٧ نهراً من جنوب الهند، واقترحت عام ١٩٧٢ وتستقبل القناة المياه وتنقلها بطول ٩٦٠٠ كم وبكمية مياه تبلغ ١١٧٩ كيلو متر مكعب، والتي كانت تضيع هباءً، لتؤخذ وتوجه لمناطق الأراضي الجافة، وبذلك يمكن ري نحو ٣٤ مليون هكتار. كما أنه يمكن نقل ١٧٣ كم ٣ من المياه كمياه للشرب من خلال ٢٥٠٠ كم من شبكة قنوات متاحة، وتدفع وتنقل لنحو ١٠١ مقاطعة. ونظراً للآثار السلبية للمشروع من خلال ظهور مشكلات بيئته، ونقص التنوع الحيوي فإن السياسة الهندية قد اتجهت نحو الموافقة على مشروعين كبيرين



بتصرف. Gurjar& jat, 2008.

مشروع تحويل المياه بين الأنهار في الهند ( تحت الدراسة )  
شكل (٨٢)

فقط هما :

(أ) توصيل المياه بين نهري كين Ken وبيتوا Betwa شكل (٨٣).

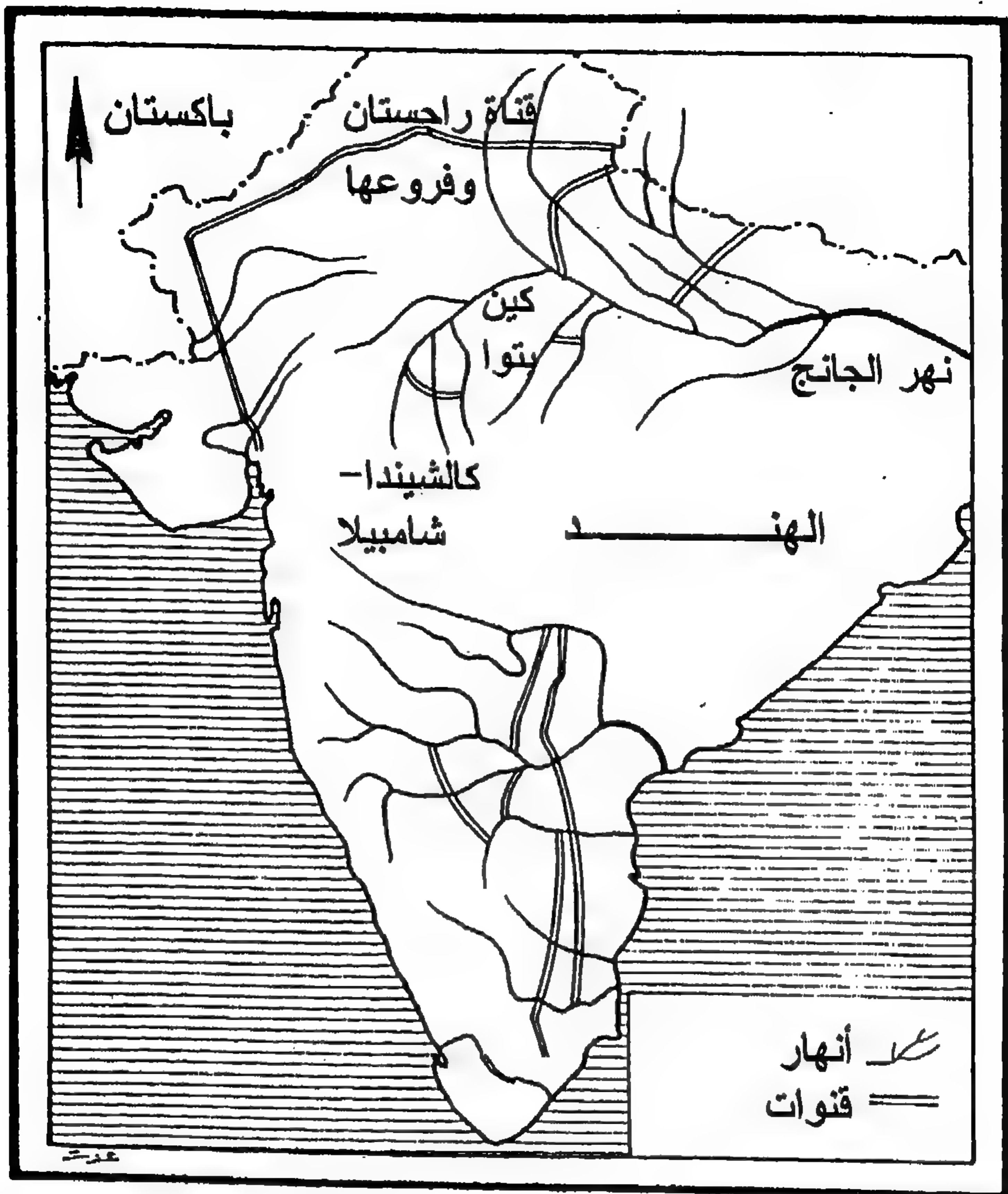
(ب) توصيل المياه عبر قناة من أنهار : بارفاتى، نيفاج، كاليسيند إلى نهر شامبل Chambal بعد الاتفاق بين الولايات الهندية وبعضها كما هو موضح فى شكل (٨٣) انظر (Gurjar & Jat, 2008, p.328, 340)

أما القناة الرابعة التى يمكن أن نورد لها هنا ضمن القنوات فى قارة آسيا وهى مشهورة، وهى قناة كراكوم. وكان حلم الروس أن يحفروا قناة تنقل مياه نهر أموداريا الذى ينبع من جبال هندكوش، ويصب مياهه بالاتجاه نحو الشمال الغربى فى بحر آرال. وبالفعل تم عمل القناة، بحيث تأخذ المياه من نهر أموداريا، وتصب مياهها فى بحر قزوين غرباً، وطولها ١٥٠٠ كيلومتر، والهدف منها رى نحو ٣ مليون فدان (وذلك قبل تفكك الاتحاد السوفيتى)، تم رى نحو مليون فدان منها حتى عام ١٩٨٠ بعدما نفذ حتى ذلك التاريخ أكثر من ٤٠٠ كم من طول القناة (بابع وعطا، ١٩٩٧، ص ٣٠٧)

ويظهر من شكل (٨٤) أن مأخذ القناة من نهر أموداريا يقع عند مدينة أتاميارت Atamyart شرقاً والواقعة على نهر أمور، ثم تتجه القناة غرباً لتتزوّد القناة بمياه من أعلى نهر مۇرغب Murgap وروافده العليا الشمالية، ثم تواصل القناة امتدادها بالاتجاه غرباً لتقطع صحراء كراكوم Karakum، وتصل إلى مدينة عشق أباد عاصمة جمهورية تركمانستان. ويشير البعض إلى أن هذه الصحراء (كراكوم) تلى فى كبر مساحتها الصحراء الكبرى فى أفريقيا.

التطبيق على السعودية :

يتمثل المشروع الخامس فى آسيا هنا فى مشروع الرى والصرف بالأحساء فى المملكة العربية السعودية. وإذا ركزنا على جانب الرى فى هذه المنطقة القاحلة فقط فإنه يمكن أن نذكر ان المشروع يقوم بتوزيع المياه المتدفقة من ٣٢ عيناً وبثراً



After: Gurjar & Jat, 2008

مشروع شبكة القنوات النهرية التي تربط بين أنهار الهند  
لتوفير المياه لنطاقات جافة وقاحلة

شكل (٨٣)

جملة تصرفها المائي كلها يصل إلى ٤٠٠ مليون متر مكعب/ السنة، وتوزع المياه على مساحة زراعية تبلغ نحو ٧٠٠٠ هكتار، وذلك عبر قنوات رى مفتوحة، صممت من الأسمنت المسلح، ومتدرجة فى الاتساع، وعدد :

١٩ قناة رئيسية بطول ١٦٥ كم

١٧٨ قناة شبه رئيسية بطول ٢٧٢ كم

١٦٤١ قناة فرعية بطول ١٠٤٥ كم

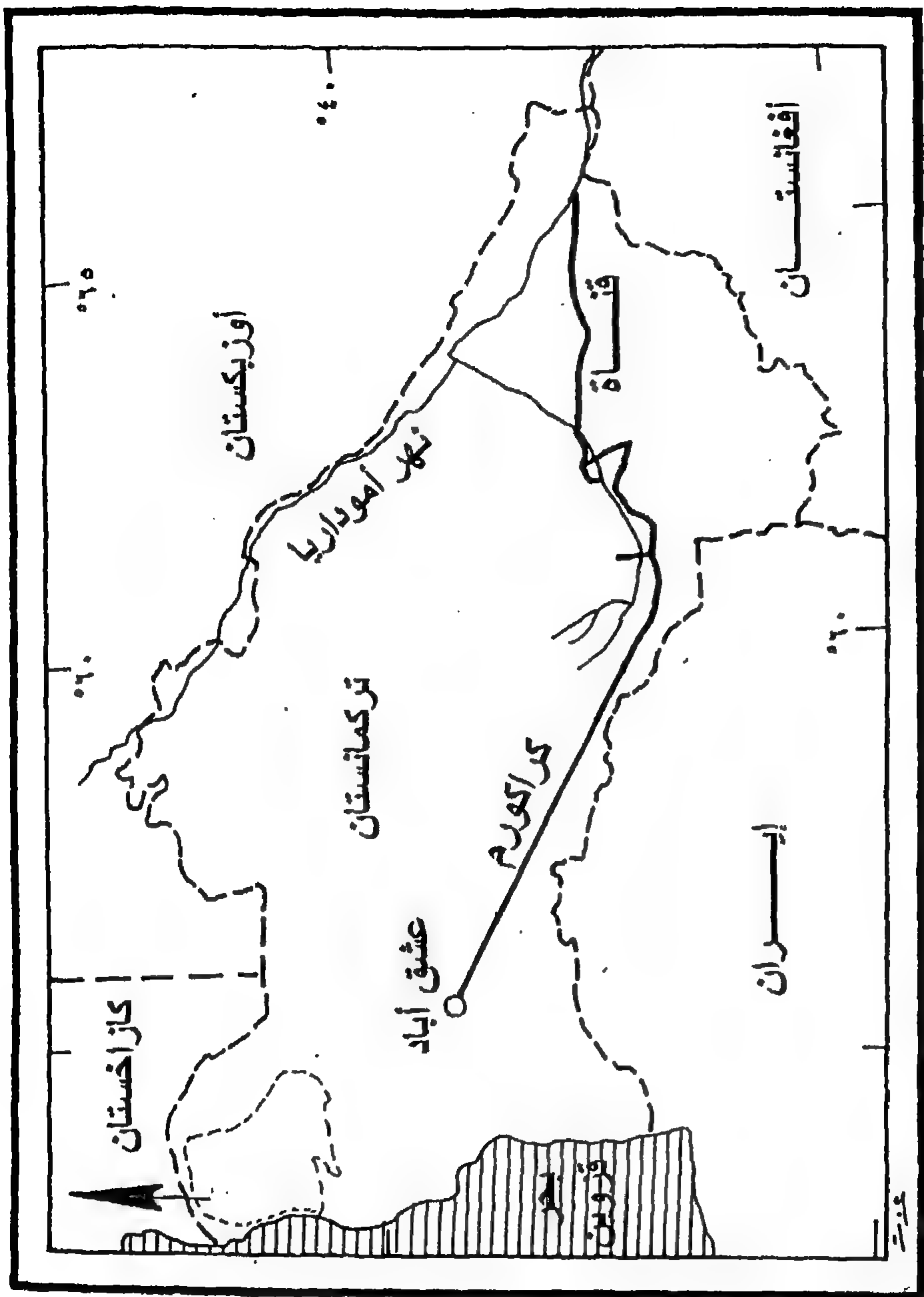
وتوجد بوابات للتحكم فى المياه إلى المزارع عددها ٢٨١ بوابة من مختلف المستويات والدرجات، ونحو ١٦٤١ صمامات على القنوات الفرعية، ويتم التحكم فى كل هذه البوابات والصمامات أتماتيكيًا مما يحقق دقة فى المقنن المائى المحدد لكل مزرعة ولكل نوع من أنواع المحاصيل (وزارة الزراعة والمياه ١٤٠٤هـ).

### (ب) القنوات والأنابيب فى أفريقيا :

يمكن أن نشير على سبيل الأمثلة إلى نماذج للقنوات وللأنابيب الناقلة للمياه العذبة فى قارة أفريقيا، من مناطق وفرة مائية إلى مناطق عجز مائى أو ندرة مائية، أى إلى مناطق جافة أو قاحلة، بغرض تنمية هذه المناطق الأخيرة وهى على سبيل الذكر وليس الحصر وسوف نتناول بعضها بالتفصيل :

- ١- ترعة السلام (ترعة الشيخ جابر الصباح) فى مصر.
- ٢- ترعة الشيخ زايد (قناة توشكى) فى مصر.
- ٣- ترعة الجزيرة فى وسط السودان (بين النهرين : النيل الأزرق والأبيض).
- ٤- مشروع النهر الليبى العظيم فى ليبيا.

(١) ترعة السلام : وتعرف أحيانا باسم ترعة الشيخ جابر الصباح. وقد تم الشروع فى حفرها وتصميمها منذ نحو ٣٠ سنة، ولكن جاء تنفيذها متأخرًا حيث انتهى العمل منها أواخر القرن العشرين. وتأخذ هذه الترعة مياهها من فرع دمياط

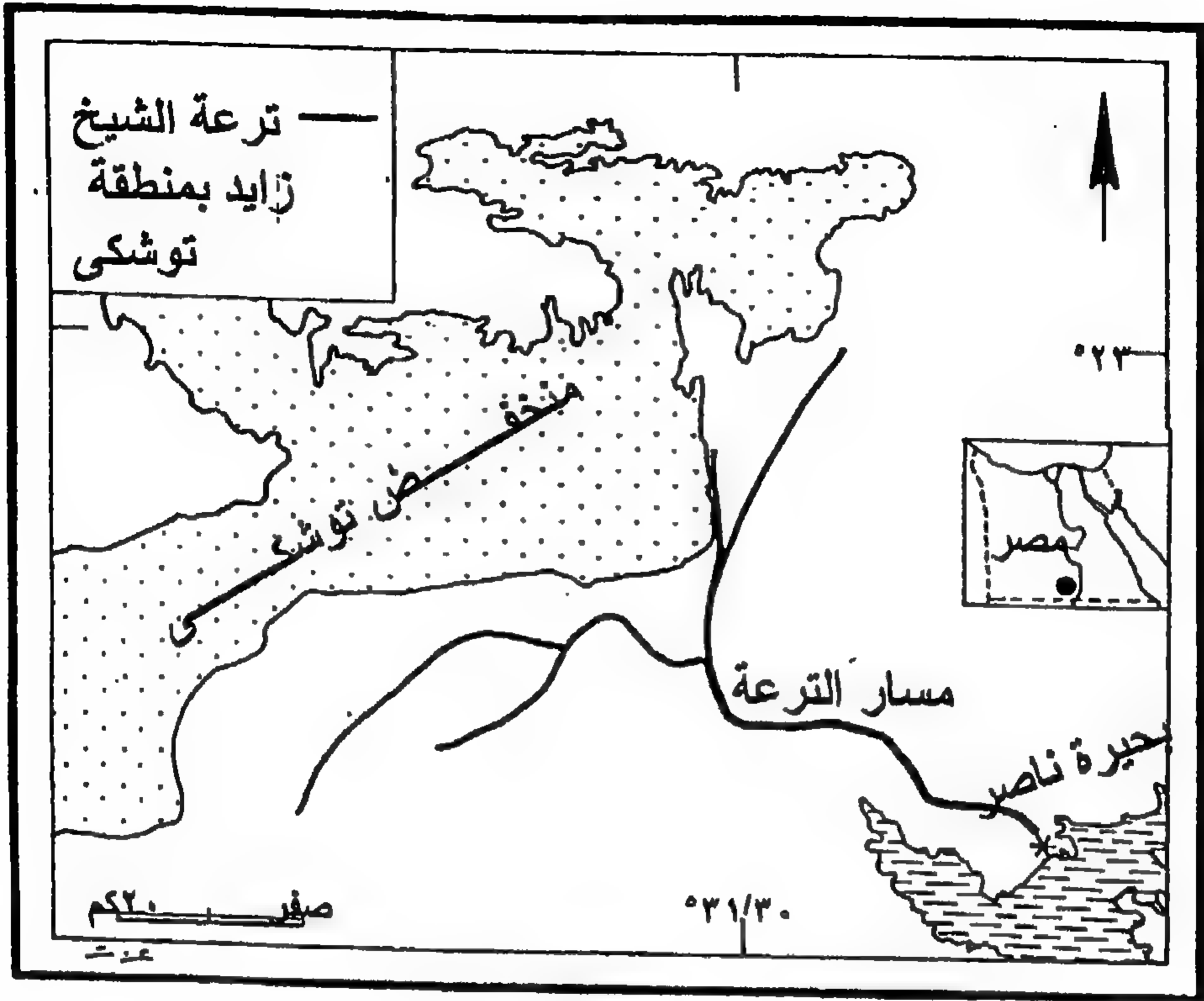


قناة كراكورم لنقل مياه نهر أموداريا من شرق الى غرب تركمانستان  
شكل (٨٤)

عند مدينة فراسكور على مقربة من دمياط، من الجهة الشرقية للفرع، وتخلط هذه المياه بمياه المصارف الشمالية شمال الدلتا، ثم يتم تقليل ملوحتها، ويتم ضخها من سحارة أسفل قناة السويس لتظهر في ترعة سطحية في شمال غرب سيناء (وشرق قناة السويس) وتعرف باسم ترعة السلام - أو ترعة الشيخ جابر. وتتوزع مياهها في شبكة من الترع ذات درجات مختلفة في الاتساع والعمق، ويتم تشغيلها عبر بوابات تفتح وتغلق في حالات الري أو حجز المياه عن الأراضي. والهدف من هذه الترعة تنمية شمال شرق الدلتا وشمال غرب سيناء فيما يعرف بسهول الطينة وسهول شمال شرق محافظة الإسماعيلية الواقعة شرق قناة السويس. وقد أقيمت عدة قرى تعمير في هذه المناطق بغرض التنمية والاستقرار.

(٢) قناة توشكى : وتم حفرها غرب بحيرة ناصر في جنوب مصر، وتعرف باسم ترعة الشيخ زايد. وقد حفر ٤ ترع فرعية تأخذ مياهها من الترعة الرئيسية حيث تأخذ الأخيرة مياهها من محطة عملاقة. والهدف من هذا المشروع هو ري السهول الواقعة بين بحيرة ناصر ومنخفض توشكى إضافة إلى بعض الأراضي الصالحة للزراعة في شرق وجنوب شرق منخفض توشكى، حيث أن المساحة الصالحة للزراعة هناك ٤٥٠ ألف فدان.

(٣) مشروع النهر الليبي العظيم : تبنت ليبيا عمل مشروع أنابيب ناقلة للمياه الجوفية من واحة الكفرة في الجنوب الشرقي ومن منطقة فزان في الوسط الغربي، وتضخ المياه نحو الساحل الشمالي لتصل إلى كل من طبرق وبنغازي على سواحل الجبل الأخضر، ثم إلى مدن ساحل خليج سرت ووصولاً إلى طرابلس العاصمة. وقد حفر لتحقيق هذا الغرض نحو ٢٧٠ بئراً يتم تجميع مياهها، وتقل الأنابيب ٧٠٠ مليون متر مكعب في المرحلة الأولى و ٧٠٠ مليون متر مكعب في المرحلة الثانية (التركمانى، ٢٠٠٥، ص ٢٨٦).



المصدر: وزارة الأشغال العامة والموارد المائية ، ١٩٩٨ .

مسار ترعة الشيخ زايد من نهر النيل الى منخفض توشكى  
جنوب مصر  
شكل (١٥)

### (ج) القنوات فى أوربا :

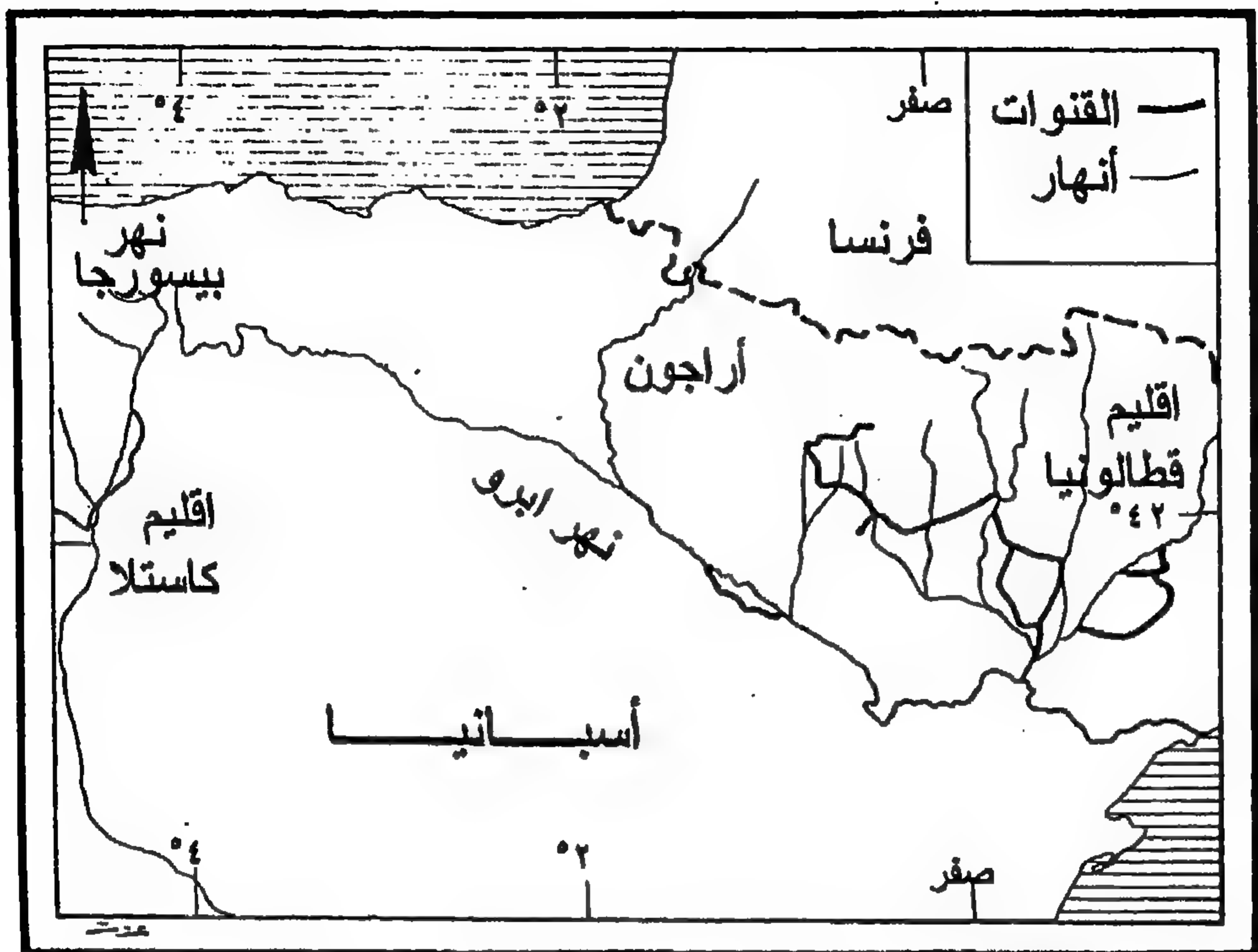
حفرت قنوات مكشوفة فى أوربا لنقل المياه لمناطق تعاني من الجفاف. وإذا أخذنا نموذجًا فى أوربا نجد أن أسبانيا خير مثال على ذلك، حيث تم حفر بها عدة قنوات تنقل المياه من الأنهار إلى مناطق أخرى تعاني من الجفاف وأحداثه فى بعض السنوات.

فى الجزء الشمالى من حوض نهر لبرو الذى ينبع من جبال البرانس، وفى النطاق الواقع بين جبال البرانس شمالاً والمجرى الرئيسى لنهر ايرو جنوباً تم حفر مجموعة من القنوات تنقل المياه بشكل عرضى من الغرب إلى الشرق وأيضاً من الشمال إلى الجنوب من المجارى النهرية التى تمثل روافداً لنهر ايرو والتى تجرى من الشمال إلى الجنوب خاصة فى الإقليم المعروف بإقليم قطالونيا وهو إقليم جبلى أساساً، حيث تنقل المياه إلى العديد من المدن الإسبانية التى تبتعد عنها مياه النهر وروافده.

وفى إقليم كاستلا فى الوسط الشمالى، خاصة فى النصف الشمالى لهضبة المزيثا بأسبانيا أقيمت قنوات منها قناة تنقل المياه من نهر بسارجه وقناة أخرى تنقل المياه بمحور شمالى - جنوبى تقريباً وتوصلها إلى مدينة مدريد شكل (٨٦)، وتتعدد القنوات فى المنطقة الوسطى لهضبة المزيثا خاصة فى الإقليم المعروف باسم المانشيا سواء فى شماله أو جنوبه الشرقى، وكثيراً ما تتعرض هضبة المزيثا لأحوال الجفاف، وتدهور المراعى، وحوادث هجرات محلية، أو داخلية للرعاة أو للذين يهتمون بتربية الحيوانات.

### (د) أمريكا الشمالية :

هناك أمثلة عديدة لقنوات نقل المياه العذبة، وأنابيب نقل المياه بالولايات المتحدة، ولكننا هنا يمكن ان نكتفى بمثالين فى الولايات المتحدة يعكسان تنمية المياه فى البيئة الجافة والقاحلة عن طريق نقلها من مياه الأنهار التى تبعد عنها بعشرات أو مئات الأميال منها قناة ناقلة لمياه نهر كلورادو من عند سد باركر إلى مدينة سان دييجو ولوس انجلس، والقناة الثانية هى القناة الأمريكية وقناة كوشلا ويأخذان من مياه نهر كلورادو من عند سد امبريال إلى الغرب وهى المشروع الثانى.



القنوات النهرية الناقلة لمياه الأنهار الى المناطق الجافة  
في اسبانيا  
شكل (٨٦)

وقد حاولت شركة تنمية كاليفورنيا عام ١٨٩٦ شق قنوات لنقل المياه من نهر كلورادو إلى وادي امبريال Imperial vally في جنوب كاليفورنيا ولكنه فشل فى عام ١٩٠٤ بسبب حدوث فيضانات وغيرها من المشكلات .

أما المشروع الثالث فهو يقع بكامله فى ولاية أريزونا الواقعة جنوب شرق ولاية كاليفورنيا، وحيث يفصل نهر كلورادو بين الولايتين. وهناك عمليات إحلال مائى محل الجفاف، وتحويل مجرى نهر كلورادو وروافده إلى المناطق الجافة فى ولاية أريزونا، خاصة إلى الغرب من الولاية، وذلك عبر الاتفاقيات القانونية بين الولايتين أو بين أريزونا والولايات المجاورة، وأصبحت حقوق المياه محكومة مع الأرض.

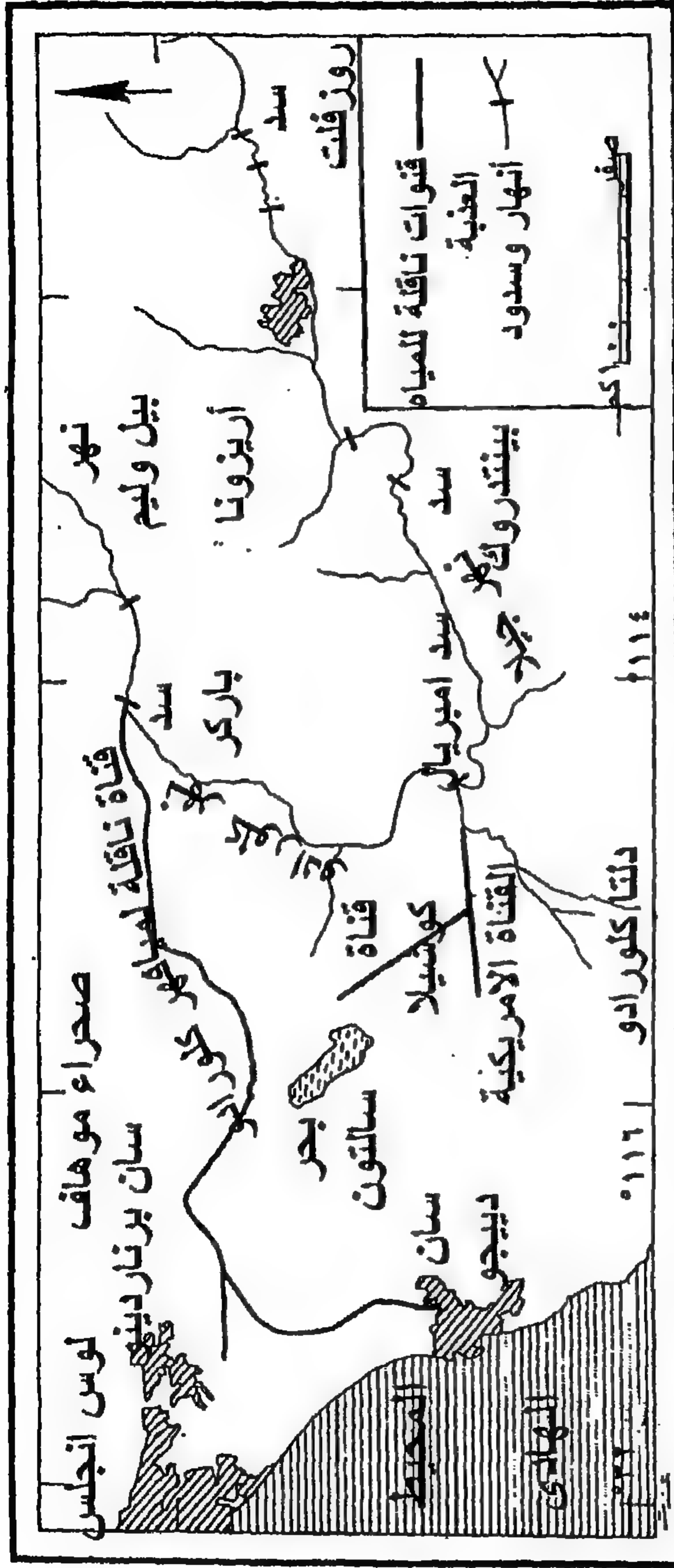
وتحقيقا لذلك تم عمل مشروع وسط أريزونا والذي عرف باسم حقوق مشروع وسط اريزونا "CAP water right" وهو إختصار Central Arizona Project والذي بدأ يظهر لحيز الوجود عام ١٩٧١. مثل هذا المشروع عبارة عن إنشاء قناة عرفت أيضا باسم CAP Canal أى قناة مشروع وسط أريزونا كما فى شكل (٨٧).

والهدف هو التزود بالمياه لأغراض الزراعة بطرق عديدة مختلفة، وتمر المياه من شرق نهر كلورادو (يسار النهر) وتتزود بالمياه أيضا من نهري أجولافرايا شكل (٨٨)، ونهر فيرد ونهر سالت ثم تقطع نهر جيلا من منتصفه وتتزود أيضا بالمياه من نهر سانت جيلا وتصل القناة قرابة مدينة توكسون Tuscon وبهذا الامتداد للقناة فإنها يمكن أن تتيح المياه للمزارعين بأسعار منخفضة، بحيث أن المزارعين الذين يستخدمون مياه زائدة ليس لهم حق تحويلها.

#### رابعاً : تحلية المياه وتدويرها :

##### (أ) تحلية المياه :

انتشرت فكرة تحلية المياه للتغلب على العجز المائى، وذلك إما بتحلية مياه البحر بطرق هيدرولوجية خاصة تجعلها صالحة للاستخدام البشرى ونقلها بعد ذلك



نقل مياه الأنهار في النطاق القاحل عن طريق حفر القنوات الطويلة الى الموانئ الساحلية  
في الولايات المتحدة الأمريكية

شكل (٨٧)

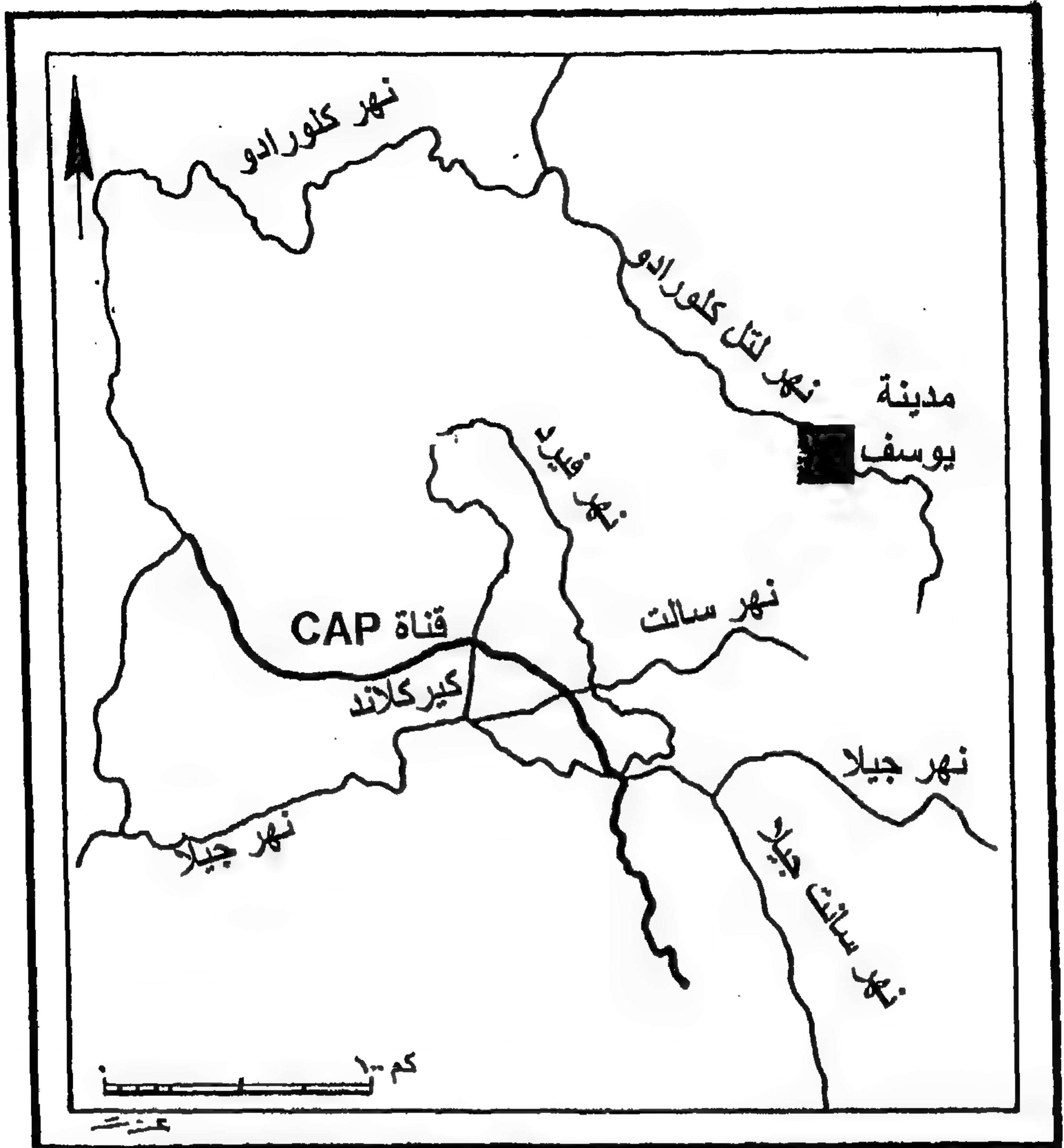
من الساحل إلى المناطق الجافة في الداخل، أو تحلية المياه الملحة المستخرجة من باطن الأرض وجعلها صالحة للاستخدام وذلك عن طريق التخلص من نسبة كبيرة من الأملاح المذابة.

وقد انتشرت هذه الطريقة بين دول حوض الخليج العربي سواء إيران والعراق أو دول الساحل الغربي، وأصبح في المملكة العربية السعودية العديد من المحطات التي تتوزع على طول سواحلها لتوفير المياه للمدن الساحلية ولمشروعات استخراج البترول أو لنقلها إلى الداخل للاستخدام البشري كما هو الحال في تبوك وينبع، وتصل المياه إلى الرياض من الساحل الشرقي، بينما تصل إلى المدينة المنورة وإلى الطائف ومكة وغيرها من تحلية المياه على ساحل البحر الأحمر.

#### • تحلية المياه في السعودية :

أسست المملكة العربية السعودية العديد من محطات تحلية مياه البحر وصل عددها إلى ما لا يقل عن ٢١ محطة على سواحلها على البحر الأحمر وخليج العقبة والخليج العربي. وقد أصبح إنتاج المملكة من هذه المياه سنوياً ٢,٩ مليون متر مكعب تمثل ٢١% من جملة الإنتاج العالمي من المياه المحلاة، والتي تسهم بنحو ٧٠% من مصادر مياه الشرب في المملكة والاستخدام المنزلي وذلك عام ٢٠٠٦.

وقد مدت شبكة من الأنابيب لتوصيل المياه المحلاة إلى المدن الرئيسية الواقعة في الداخل بعيداً عن السواحل، وبلغ إجمالي طول هذه الأنابيب ٤١٦٠ كيلومتر، ومنها مشروع نقل المياه من الساحل الشرقي إلى الرياض بطول ٥٠٠ كيلومتر، ومشروع المدينة المنورة التي تستمد مياهها من محطة حقل، ومشروع عسير حيث تستمد مدنها المياه المحلاة من محطة الشقيق على ساحل البحر الأحمر.



After: Trans action in Arizona, 2008

قناة مشروع وسط أريزونا- بالولايات المتحدة الأمريكية CAP  
شكل (٨٨)

## جدول (٤١)

كمية المياه المحلاة في السعودية (١٩٩٤-٢٠٠٤) بالمليون م<sup>٣</sup>

السنة	كمية المياه	السنة	كمية المياه
١٩٩٤	٧١٤,٢	٢٠٠٠	٧٤٠,٥
١٩٩٥	٧١٥,٦	٢٠٠١	٨١٣,٨
١٩٩٦	٧١٧,٤	٢٠٠٢	٨٨٥,٧
١٩٩٧	٧٣٥,٤	٢٠٠٣	١٠٢٣,٨
١٩٩٨	٧٣٣,٨	٢٠٠٤	١٠٤٠,٣
١٩٩٩	٧٥٧,٦		

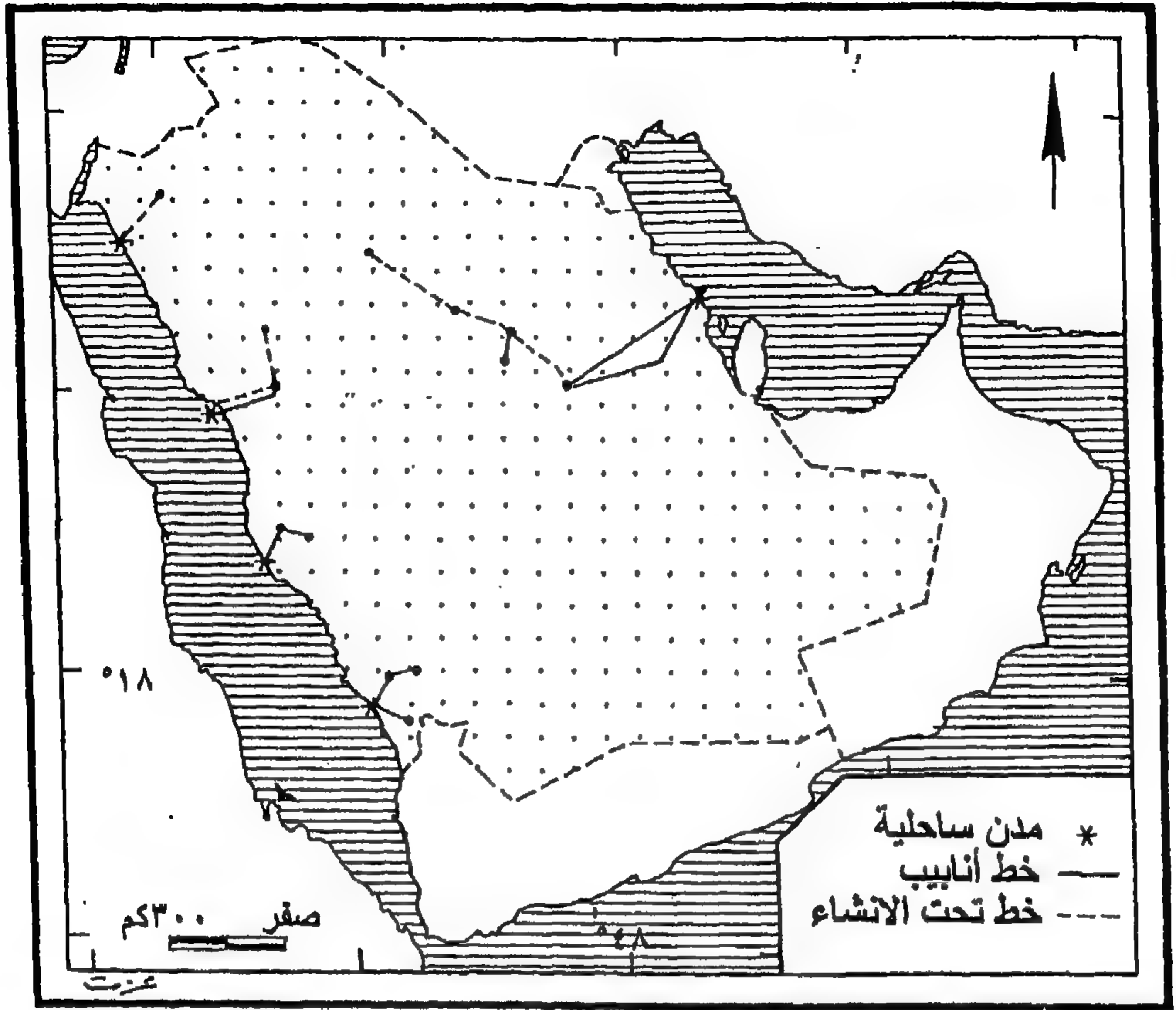
المصدر : وزارة الاقتصاد والتخطيط، العدد الأربعون ٢٠٠٤ بتصرف

ويلاحظ من جدول (٤١) أن هناك تزايد في الكميات المنتجة من مياه التحلية لمياه البحر الأحمر والخليج العربي في السعودية، حيث زادت خلال ١١ سنة من ٧١٤,٢ مليون متر مكعب إلى ١٠٤٠,٣ مليون م<sup>٣</sup> أي أن نسبة الزيادة وصلت إلى ٤٥٦% قدر سنة الأساس (١٩٩٤) وذلك بسبب زيادة التحضر، وزيادة الحجم السكاني، وبالتالي زيادة الطلب على المياه خاصة للأغراض الصناعية والأغراض المنزلية.

وهناك دول عديدة في العالم تهتم بتحلية المياه ومنها في أفريقيا أنجولا، موريتانيا، موزمبيق، السنغال، جمهورية جنوب أفريقيا، السودان. وفي آسيا نجد دول شبه الجزيرة العربية ودول شرق حوض البحر المتوسط، وجمهورية كازاخستان، وباكستان والهند. ويشبهها الحال دول ساحل غرب أمريكا الجنوبية ودول الساحل الشرقي أيضا، أما كل كندا والولايات المتحدة فحدث ولا حرج.

### (ب) تدوير المياه :

إن فكرة تدوير المياه تتركز في إعادة استخدام المياه المستعملة مرة أخرى أو أكثر من مرة سواء مياه الصرف الزراعي، أو مياه الصرف الصحي.



المصدر: المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، الرياض

## مواقع محطات التحلية الرئيسية على سواحل المملكة العربية

شكل (٨٩)

نظراً لأن مياه الصرف الصحي في البيئات الصحراوية تلقى في الأنهار والمجاري المؤقتة التي تقطع البيئة القاحلة وتعبثها أو تجري بشكل مؤقت فيها، فإن هذا يحول دون استخدام المزارعين لمثل هذه المياه النهرية بسبب تلوثها، خاصة بالقرب من البيئات الحضرية.

لهذا فإن عملية تنقية مياه الصرف الصحي، ومعالجتها ومعالجة كيميائية، ثم

إعادة استخدام هذه المياه مرة أخرى بعد معالجتها وجعلها صالحة للرى، ولذلك فإنه يتم ضخها إلى المزارع وإلى الأراضي الزراعية لسد العجز واحتياجات النبات لها. وقد كان بعض من هذه التقنية مستخدماً بشكل فعال في الحضارات القديمة، وأصبحت هذه الطرق الآن ذات قيمة، وتلعب دوراً في تقليل خطر التزود بالمياه الجوفية المعروف (Mandel, 1977, p.39).

#### خامساً : إدارة الجفاف Management of Drought :

تهتم عملية إدارة الجفاف من وجهة نظر المؤلف بخمسة جوانب أساسية تتمثل في العمل على :

- ١- تقليل الفاقد المائي. ٢- زيادة حجم الماء المستخدم في البيئات الجافة والقاحلة
- ٣- تحسين نوعية الماء. ٤- الإشراف على عمليات إنتاج المياه ونقلها.
- ٥- تسعير المياه.

#### • إدارة الجفاف الميتورولوجى :

تتأثر أحداث الجفاف المناخى (أو الميتورولوجى) بالتغيرات المناخية، وبأحداث النينو وغيرها، ولذلك فإنه يمكن عمل توقعات للتغير وذلك لتأمين الأحوال الناتجة عن احتمالية حدوث الجفاف، وهنا يمكن تقليل قسوة الجفاف على البيئة البشرية.

#### • إدارة الجفاف الهيدرولوجى :

ويتم ذلك عن طريق صيانة الغابات والتحكم فى تقويضها لأن تقويضها ينتج عنه فيضانات ونحت للتربة. كذلك يمكن زراعة نباتات محبة للجفاف أو المقاومة للجفاف، وإعادة تغذية المياه الجوفية، وبناء حصانات للمياه سواء السدود أو الخزانات (Holechek et al., 2000, p.185).

#### • إدارة الجفاف الزراعى :

وتتم إدارة الجفاف الزراعى عن طريق :

- التطوير العلمى للزراعة الجافة فى مناطق عُرضة للجفاف.
- اختيار محاصيل ذات دورة محصولية قصيرة.
- زراعة محاصيل تتحمل أحداث الجفاف فهناك قطن ينضج فى ١٢٠ يوماً فقط (بدلاً من ١٥٠-١٦٠ يوماً) وبعض أنواع من القمح ينضج فى ١٢٠-١٣٠ يوماً (بدلاً من ١٢٥-١٤٥ يوم).
- عمل سدود صغيرة فى مناطق الزراعة الجافة وخزانات صناعية وسدود ترابية لرفع كفاءة استخدام المطر.
- تدريب السطح وزراعة أشجار على جوانب الحقول (Gurjat & Jat, 2008, pp.273-274)

#### • التخفيف بعد الجفاف :

ويحدث هذا التخفيف من أضرار الجفاف وتوابعه بعد حدوث الجفاف، ويتم هذا التخفيف من خلال (Ibid, p.274):

- عمل برامج تنمية مجتمعية.
- عمل برامج تنمية ريفية من وجهة نظر المجاعة.
- تخفيف حدة الجفاف عن طريق صيانة التربة والمياه.
- التزويد بالغذاء مثلما حدث فى الثورة الخضراء عام ١٩٧٧.
- عمل منح لتوظيف العاطلين من سكان الريف.

#### • التكيف مع الجفاف :

يقصد بالتكيف هنا : محاولة تهيئة المجتمع لتقليل خطر الجفاف، ومحاولة وضع استراتيجيات لمواجهة الوضع الغذائى غير الأمن. مثال ذلك : إقليم الساحل فى الظروف العادية يتكيف السكان بتوزيع قطعان الحيوانات وتوزيعها ما بين الجمال والماشية والأغنام والماعز، وكل نوع له متطلباته الرعوية الخاصة، ودورات التغذية والاحتياجات المائية، ويحدث انتشار فى حالة فشل المراعى، بينما

فى السنوات الغنية يُخزن الغذاء والأعلاف لمواجهة خطر الجفاف فى السنوات الكارثية؁ وهذا فى حالة المجتمع الرعوى.

أما التكيف الرعوى الذى يمارسه سكان الريف فىزراعون المحاصيل والنباتات المقاومة للجفاف فى فترات نقص المطر؁ ويقللون من الطعام فى سنوات الجفاف حتى يتم إطالة فترة استخدامهم للمخزون الغذائى حتى يكفيهم لأطول فترة ممكنة (Smith & Petley, 2009, p.280)

الفصل الثانى عشر  
أهم مشكلات البيئة الجافة  
وطرق علاجها



## أولاً : مشكلة التصحر :

### تعريف التصحر

ظهرت عدة تعريفات للتصحر desertification منذ أن بدأ الإنسان يتعرف على ملامحه وخصائصه، وكان أول من عرفه وأشار إلى كلمة التصحر هو عالم النبات الفرنسي أوبرفيل Aubreville عام ١٩٤٩، وهو عالم في البيئة النباتية، وأنه لفظ يشير إلى عملية تدهور الأرض لتصبح ذو بيئة صحراوية غير منتجة (Dregne, 1986, p.10).

ولهذا فإن اللفظ أو الكلمة جاءت ليعبر بها عن أنها : تقدم الصحراء The advance of the desert، وأنها أيضاً تعبر عن حالة طويلة الأجل بحيث تشير الكلمة إلى أشكال أخرى من تدهور الأرض، حتى نحت التربة في العروض المدارية الرطبة (Young, 1998, p.124).

ويمكن أن نعرض لبعض وجهات النظر في التعريفات المختلفة التي ذكرت لمفهوم التصحر :

(١) حدد التصحر في مؤتمر نيروبي الذي عقدته الأمم المتحدة عام ١٩٧٨ بأنه فساد للأرض deterioration والمياه وبعض الموارد الطبيعية الأخرى تحت الضغط البيئي، ويكون خفياً لا يمكن إدراكه، وينتج عن ذلك نقص في النبات الطبيعي مما يؤدي إلى بدء الكثبان الرملية في النشاط والتكوين أو استعادة النشاط، وتقوم الرياح بنحت الأراضي الزراعية .

(٢) حسب تعديل اليونيكود UNCOD أنه عبارة عن تدمير أو انخفاض للمخزون البيولوجي للأرض، والذي يمكن أن يؤدي في النهاية إلى ظروف تشبه الصحراء (Karrar & Stiles, 1984, p.310) .

(٣) طبقاً لرأى جرينجر Grainger عام ١٩٩٠ فإن سمث يشير إلى أن التصحر عبارة عن تدهور الأراضي في المناطق الجافة والذي يرجع أساساً إلى

الاستخدام السيئ للأرض، وهذا يتفق مع الآراء السابقة، ولكنه يضيف بأن هذا التدهور يمكن أن يكون أسوأ عن طريق حدوث زحزحة مناخية. (Smith P., 2001, 299)

(٤) استخدم بعض المتخصصين مفهوماً آخر لعملية التصحر غير المفهوم السابق ذكره وهو desertization وهو التصحير، وهو مفهوم أكثر تعقيداً، وينتج من تضافر عوامل تؤدي في النهاية لتحولات ينتج عنها تدهور الغطاء النباتي، فتتحول المنطقة لمظهر الأرض الصحراوية ولم يكن بها خصائص الصحراء من قبل، فتظهر الكثبان الرملية والعروق والحمادا (Le Houérou, 1976, p.1).

(٥) يوضح لاهويرو أن التصحير واضح المعنى في محتواه، وهو يعنى أنه يحدث تحت الحماية الكلية من البشر والحيوانات الكبيرة والزائدة عن الحد، خلال جيل بشري واحد وهو ٢٥ سنة. وفي هذا يختلف عن التصحر الذي عرف بأنه تدهور للأرض تحت ظروف المناخات الجافة وشبه الجافة وجفاف المناخات شبه الرطبة والتي تؤدي في النهاية إلى أحوال شبيهة بالصحراء (Le Houérou, 2002, p.1 & 5).

## مظاهر التصحر

### (١) الزحف الصحراوي :

تمثل حركة الرمال وزحفها صورة من صور الزحف الصحراوي، وهي عبارة عن نقل وإرساب كميات كبيرة من الرمال في مواضع لم يكن بها تجمعات رملية، وتبدو في شكل كثبان رملية أو تلال ونباك، أو فرشاة رملية، وتعرف باسم زحف الرمال sand creep، أما الصورة الثانية فهي تعرض الأرض الزراعية لغزو الكثبان.

وقد كان أول من عرف زحف الصحراء هو بريتون E.W. Briton وأشار إليه بأنه Encroaching Sahara، وقد لاحظ بوفيل Bovil زحف الصحراء في المنطقة بين السنغال ونيجيريا، واستخدم ستينج هذا المصطلح بشكل واسع - وهو عالم نبات بريطاني الأصل درس تقدم الرمال في صحراء موريتانيا - قد أشار إلى أن الزحف

الصحراوى يعنى اراضى مزروعة تفقد : إما بزحف الرمال أو بامتداد الجفاف وفقدان رطوبة التربة (Dregne & Tucker, 1988, pp.16-17).

**معدلات الزحف الصحراوى وزحف الرمال :** أما عن الزحف الصحراوى وتأثيره فى بعض الأقاليم والدول فيمكن التعرف عليها من خلال عدة نماذج فى القارات المختلفة. ففي قارة آسيا وجد فى الصين أن هناك عملية زحف للرمال على الأراضى الزراعية المجاورة والقريبة من الصحارى، وحيث أن نحو ٥٩% من مساحة الصين مغطاة بالرمال فإن تأثيرها أصبح قوياً، وبلغت المساحة الزراعية المتأثرة بالزحف الصحراوى بها نحو ١,٠٩ مليون كم<sup>٢</sup> (Al-Jaloud & Hussain, 1994,p.35).

وفى دولة الإمارات العربية المتحدة نجد أن ٧٠% من أراضى الدولة تغطيها الكثبان الرملية، وتكمن الخطورة فى حركة الكثبان فى هجومها على الطرق وتعطيل الحركة، بالإضافة إلى خطورتها على الأراضى الزراعية (El-etr et al., 1994, pp. 508-509).

والمثال الرابع وهو المملكة العربية السعودية، والتي يتركز الزحف الصحراوى بها فى عدة مناطق هى : المنطقة الشرقية، ومنطقة القصيم التى تعاني منه، وتعانى منطقة حائل بشكل شديد من الزحف الصحراوى أيضاً، كما تعاني مواقع كثيرة للبنية الأساسية من صناعة ومناطق عمران وطرق وغيرها، ويبلغ منه معدل الزحف الصحراوى ١٥ متراً/ السنة (Qari & Shehata, 1994, p.461).

وفى المنطقة الشرقية وجد من دراسة بدر (Bader, 1994) أن معدل هجرة الكثبان الهلالية تزيد حمولتها من كمية الرمال المنقولة - لتصل إلى ١٢٢ كجم / المتر/ سنوياً للكثبان.

وقد عملت الكثبان المتحركة وزحف الرمال على الأراضى الزراعية فى واحة الأحساء على ردم ملايين الأمتار المربعة من الأراضى الزراعية تحت الرمال الصحراوية خلال القرن الماضى، وردم كثير من مظاهر البيئة الأساسية تحت الرمال التى غطتها رمال بسمك يبلغ عدة أمتار ومنها منطقة جواثة.

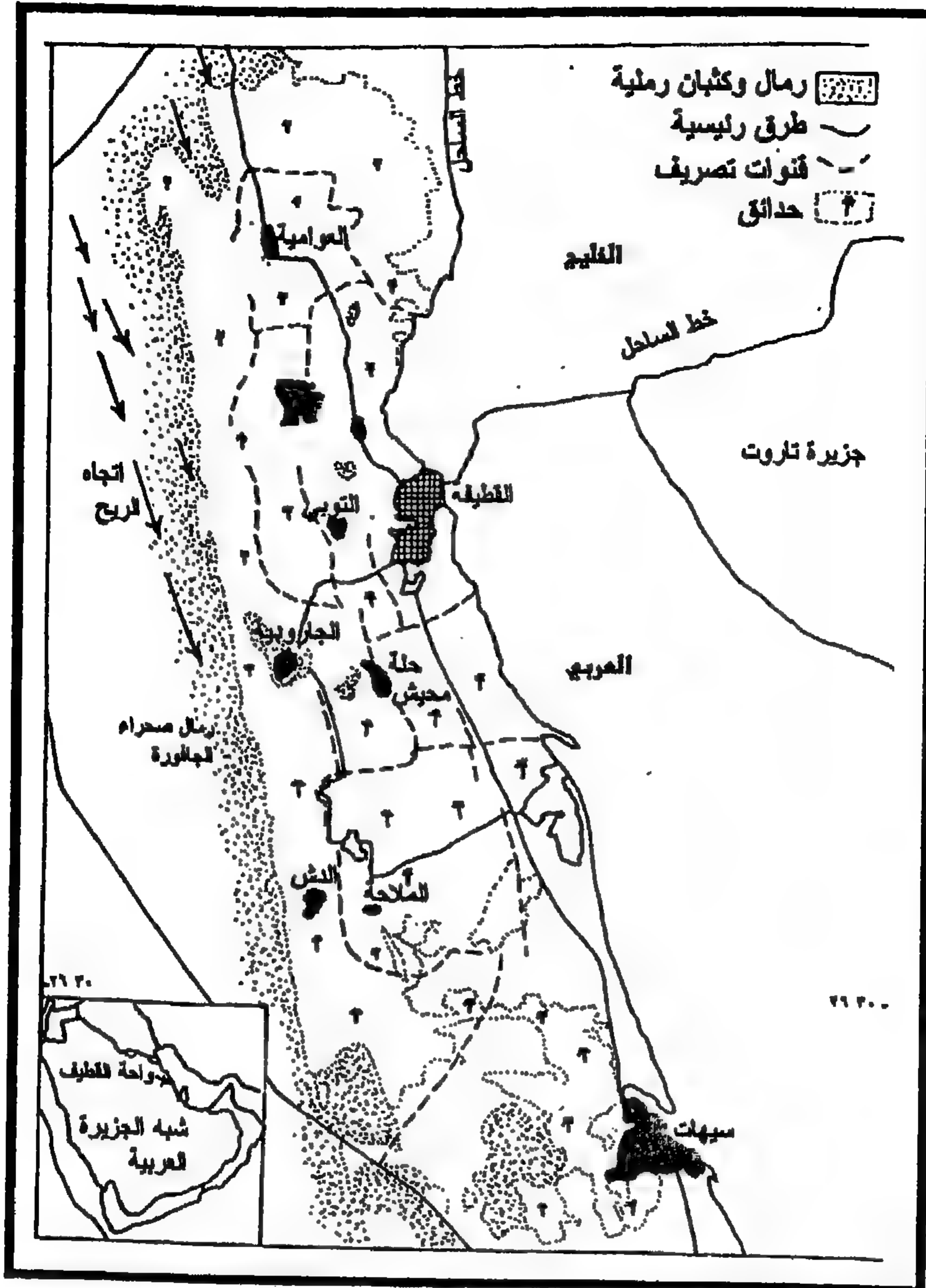
وإذا انتقلنا إلى الشمال في المنطقة الشرقية نجد أن زحف الرمال قد حدث أيضاً بشكل واضح في واحة القطيف، حيث هاجمت الرمال مزارع القرى في العوامية حيث تهاجمها الرمال من الشمال، وإلى الشمال من التوبى تقع الرمال التي تهدد المزارع، وهاجمت الرمال وزحفت على الأراضي الزراعية وأحاطت بمنطقة الجارودية من الشمال الغربي وتراكمت بمحور شمال غربي - جنوبي شرقي يتفق مع الاتجاه العام للرياح السائدة. كما هاجمت الرمال وزحفت على الأراضي الزراعية بين الجارودية غرباً وقرية المحيش الواقعة إلى الشرق منها، ويلاحظ من الشكل أن المزارع في غرب الدش وإلى الجنوب من الملاحه، وإلى الغرب من سيهات قد تعرضت لزحف الرمال بها، كما في شكل (٩٠).

وفي مصر كثيراً ما تغزو كثبان غرد أبو المحاريق الأراضي الزراعية والمشروعات في الواحات الخارجية، كما تزدحم الكثبان في النطاق بين الواحات الخارجية والداخلية الطريق المرصوف بتكرار عديد.

وفي إفريقيا جنوب الصحراء نجد أن الزحف الصحراوي في السودان حدث لمسافة كبيرة خلال الفترة ١٩٥٨-١٩٧٥، ووصلت مسافة هذا الزحف ٩٠-١٠٠ كم، أي بمعدل ٥,٥ كم/سنة (Dregne & Tucker, 1988, pp.16-17). بينما بلغ معدل زحف الصحراء في النيجر ومالي بالاتجاه نحو الجنوب حوالي كيلو متر واحد/ السنة (Ibid.).

## (٢) نحت التربة كمظهر للتصحّر متى يحدث النحت ؟

تتعرض التربة كسطح من الأسطح اليابسة بحكم خصائصها بأنها مفتتة لعملية النحت والإزالة حتى ولو كان مقدار هذه الإزالة بضعة ملليمترات سنوياً، وحتى في ظل وجود غطاء نباتي أيضاً (Kovda, 1980, p.122) وتعرف معدلات نحت وإزالة التربة بمصطلح خاص بها وهو "حساسية فقدان التربة Vulnerablulity" ويحدث النحت للأرض إذا قلت نسبة الغطاء النباتي الطبيعي عن ٤٠-٢٠% من النباتات الدائم في كل الفصول (Mabbutt & Floret, 1980, p.29). والذي ينتج أساساً بسبب نقص المطر وحدوث الجفاف.



المصدر : FAO, 1970, vol.1

مشكلة زحف الرمال في واحة القطيف  
بالمملكة العربية السعودية  
شكل رقم (٩٠)

### (٣) تدهور المراعى كمظهر للتصحّر

تعتبر المراعى من المظاهر الحيوية التى تمثل ميزاناً واضحاً لوجود التصحر أو عدم وجوده، وللدرجة التى وصل إليها التصحر، ولهذا فإن المراعى التى ترى على سطح التربة تمثل انعكاساً للتصحّر، فإذا تدهورت المراعى دل ذلك على وجود تدهور بيئى - أى أنها تعكس مظهر التصحر.

#### جدول (٤٢)

#### رتب حالة المراعى

رتبة الحالة	صفة المرعى
١	حالة أصلية أو حالتها الأولى
٢	حالة جيدة، تستخدم جزئياً، ونادراً ما تفقد بعض الأنواع
٣	تدهور النبات يكون واضحاً، غالباً يكون هناك أنواع غير مستساغة unpalatable ولا يوجد نحت وإذا وجد يكون قليلاً
٤	يصاب النبات ط. بالتدهور، وتتحت التربة جزئياً بفعل الرياح أو الأمطار
٥	تدهور النبات ط. ويحدث نحت كبير، وتتكون الأخاديد وتخطط هذه الأخاديد وتقطع الأرض فى معظم أسطح المنطقة

المصدر : After Biswas & Biswas 1980.

ولما كان تدهور المراعى يرتبط بالرعى الجائر Overgrazing، لذا فإن تدهور المراعى ينتج عنه نحت أراضى المراعى، وينتشر ذلك فى النطاق الجاف dry وشبه القاحل semi arid، وينتج عن تدهور النبات تغير الأنواع وانحدارها لأنواع أضعف، وتتغير كثافته إلى الكثافة الأقل، وهذا يقلل من المادة العضوية المتاحة فى التربة فتقل مقاومتها للنحت، وتبدأ الرياح فى نحت الحبيبات الناعمة فى الفصل الجاف، والنحت الاخدودى Gullying فى فصل سقوط الأمطار (Young, 1988, p.123).

## تطبيق على المملكة العربية السعودية :

فى المملكة العربية السعودية اتضح انخفاض ونقص نسبة التغطية النباتية فى مراعى الوديان الشمالية فى الفترة من ١٩٨٤-١٩٩٠ من ٣,٩٣% إلى ٠,٢٧%، واختفاء النباتات المعمرة المفضلة للرعى وزيادة النباتات غير المستساغة لرعى الحيوان (الحسن، ١٩٩٤، ص ٥٠٣). وقد سجل أيضاً فى وادى فاطمة من خلال الصور الجوية لفترتين هما ١٩٥٣، ١٩٩٣ أن مساحة النبات الطبيعى كانت فى الحالة الأولى ٥,٩٧ كم<sup>٢</sup>، وقلت فى الفترة الثانية إلى ٣,٢٧ كم<sup>٢</sup> (Qari & Shehata, 1994, p.464) أى أن المساحة نقصت خلال ٤٠ سنة حوالى ٤٠% من المساحة الإجمالية أى أن التناقص كان معدله تقريباً ١% من مساحة المراعى/السنة.

### (٤) تملح التربة :

يقصد بتملح التربة هو عملية تجمع الأملاح بين حبيبات التربة باختلاف أنواع هذه الحبيبات، رملية كانت أم طينية، وبشكل مستمر بحيث يحدث تراكم تدريجى للأملاح لدرجة تضر بالنبات، فيقل أو يختفى، وتصبح الأرض جرداء تشبه بذلك الصحراء الجرداء، وتصبح غير صالحة لنمو المحاصيل أو النبات الطبيعى، وتبدو تجمعات الأملاح والقشور الملحية منتشرة على سطح التربة، والتي تشير بذلك إلى مظهر الصحر حسب تعريفاته السابق ذكرها.

### (٥) تقلص المساحة المزروعة ونقص الإنتاجية :

يُعتبر نقص المساحة المزروعة وخاصية نقص الإنتاجية دليلاً على حدوث حالة التصحر يرتبط الفاقد فى الإنتاج بنحت التربة ارتباطاً مباشراً، ويظهر ذلك من جدول (٤٣) فالفقدان الضعيف للتربة بسبب النحت (٥%) يؤدى إلى انخفاض الإنتاجية بمقدار خفيف، وإذا كان النحت متوسطاً فإن فقدان الإنتاج يكون معتدلاً،

وإذا اشتد النحت ووصل فاقد التربة إلى ٧٥% فإن نقص الإنتاج يكون كبيراً. ويلاحظ أن زيادة نسبة الانخفاض الشديد في الإنتاج الزراعي في أفريقيا وآسيا إلى ١٧%، ١٦% على التوالي.

### جدول (٤٣)

#### علاقة فاقد الإنتاج بنحت التربة

نسبة الفاقد	صفة نحت التربة	مقدار فقدان الإنتاج
٥%	ضعيف	فقدان خفيف
٢٠%	متوسط	فقدان معتدل
٧٥%	شديد	فقدان كبير

المصدر : After Young, 1998, p.131.

وقد وجد أن أكثر من  $\frac{1}{3}$  المساحة المزروعة في استراليا قل إنتاجها حيث أصبح ٥٥% من المساحة ذات انخفاض معتدل (١٠-٥٠%).

وإذا أخذنا أمثلة أخرى من العالم لتوضيح نقص الإنتاجية والمساحة المزروعة كمظهر من مظاهر التصحر نجد أن معدل إنتاجية الحبوب في الهند قل من ٤-٥ طن / للهكتار إلى ١,٧ طن / هكتار (Sdayuk, 1986, p.90).

وفي استراليا نتيجة تملح تربة وادي مري بسبب نظام الري، فإن المساحة المتأثرة بالأملاح وصلت ١,٢ مليون هكتار، ومعدل فقد الإنتاج السنوي قدر مالياً بأنه يبلغ ٢٤ مليون دولار أمريكي (Mabbutt, 1986, p.105).

### أسباب وعوامل التصحر :

#### (١) عامل المناخ :

يؤثر المناخ في حدوث ظاهرة التصحر بشكل مباشر بمختلف عناصره، ومن خلال الأحوال المناخية خلال القرن الماضي (١٠٠ سنة ماضية) وجد أن درجة الحرارة العالمية قد زادت بمقدار  $\frac{1}{3}$  درجة مئوية نتيجة للتضرر والتطور

التكنولوجى والتصنيع وغيرها، ويشير نمط توزيع المحاصيل إلى حدوث زيادة ونقصان بقيم على هيئة دورية متشابهة أو متساوية ترتبط بالمطر والحرارة.

ويشير لاهوريو (2002, p.2) إلى أن ملوثات الهواء سوف تزيد من درجة الحرارة العالمية  $3.5^{\circ}\text{C}$  مئوية بحلول عام ٢٠٥٠ وأن ذلك يؤدي إلى الزيادة السنوية في البخر - نتح الكامن PET، وإذا فإن معامل المطر/ البخر نتح P/PET سوف يتناقض بنسبة ٤-١٥% وأن الجفاف سوف يزيد بنفس المقدار، مما يؤدي إلى حدوث التصحر واستمراريته لنصف قرن قادم من الزمان. وتكمن أهمية ارتفاع الحرارة إلى أنها تؤدي إلى تجفيف السطح، وتبخر المياه من التربة. ويضيف لاهويرو في دراسته الحديثة (Le Houerou, 2002, p.10) إلى أن ارتفاع درجة حرارة التربة نهائياً للحد الأقصى يرفع من قيمة البخر نتح المحتمل PET والذي يرجع إلى النقص في مقدار الظل مما يسهل عملية تأكسد المادة العضوية الموجودة بالتربة مما يؤدي إلى نقص المادة العضوية، وهذا لا يساعد على نمو النباتات وتصبح الأرض خالية من مظاهر النبات الحقيقية التي كانت تنمو في التربة من قبل.

أما عن تأثير العنصر الثانى من عناصر المناخ بعد الحرارة وهو الرياح فنجد أن الرياح الجافة تعمل على زيادة عملية التبخر متضافرة بذلك مع عنصر الحرارة المرتفعة، وهذا الفاقد المائى بالتبخر قد يكون كبيراً فى بعض المناطق كما هو الحال فى سرى لانكا (Tennekoon, 1980, p.17).

ويظهر دور الأمطار كعنصر مناخى فى نطاق الأقاليم الموسمية الصيفية المدارية شبه الجافة، والتي يصل بها المطر ٣٠٠-٦٠٠ مم ويشمل الحزام السودانى وإقليم الساحل وصحراء راجستان شمال غرب الهند، حيث تعتبر الأراضى لها درجة حساسية عالية للتصحّر وتستجيب له.

وفى الأقاليم الرعوية إذا زادت الأمطار تزيد المراعى كثافة وامتداداً، ويتجمع الرعاه حول نقاط الماء، وتزيد أعداد الحيوانات، فيسبب هذا ضغطاً على

النباتات الموسمية أو الحولية في الفصل الجاف فيتأخر عودة الغطاء النباتي ولا يعود بشكل كامل في العام التالي.

أما عن أثر الأمطار على الزراعة فإن السنوات الرطبة تزيد فيها الزراعة ويكون هناك ضغطاً على موارد المياه ومخزونها في التربة وتقليل لمحتوى المادة العضوية مما يقلل من كفاءة التخزين المائي. وإذا زادت الأمطار عن المعدل تشتد الزراعة عدة سنوات، ثم تعود الأمطار للانخفاض وتقل كميتها وهنا لا تعود الزراعة بنفس الدرجة السابقة وتكون الآثار سلبية.

## (٢) العامل الهيدرولوجي :

يؤثر العامل الهيدرولوجي بدرجة كبيرة على ظهور مشكلة التصحر، وأكبر مصدر مائي مؤثر على التصحر هو المياه الجوفية. ولما كان إستهلاك المياه الجوفية بمعدلات كبيرة يؤدي إلى هبوط مستوى المياه الجوفية وتعرضها للنضوب وعدم كفاءتها في تلبية الحاجة البشرية والزراعية خاصة؛ فإنها تكون موضع الاهتمام في مناقشة تأثير العامل الهيدرولوجي.

فانخفاض مستوى المياه يؤدي إلى قلة إنتاجية الأرض لعدم كفاءتها لأغراض الري، وغالباً ما تكون هذه الأحوال في المناطق الهامشية الجافة وشبه الجافة، ويمكن ملاحظة ذلك في غرب الصين ووسط آسيا ووسط وغرب الولايات المتحدة خاصة صحراء أريزونا وتكساس (Young, 1998) وفي مناطق كثيرة في العالم. كما أنه في الهند وباكستان أدى الري بالآبار المحفورة في سهول البنجاب إلى انخفاض المياه الجوفية  $\frac{1}{4}$  متر / السنة.

## • التطبيق على السعودية :

في المملكة العربية السعودية حدث هبوط في مستوى المياه الجوفية في السبعينيات والثمانينيات في الأفلاج والمنطقة الوسطى غربي الرياض، وفي الخرج ومنطق بيرين ووادي المياه والأحساء (Qari & Shehata, 1994, p.463). وقد كان في واحة القطيف ومنطقتها ٥٠ ينبوعاً ونحو ٦٠٠ بئر حتى عام ١٩٧٦، ومع هذا فإنه

قد سجل معدل الهبوط فى مستوى المياه هناك عام ١٩٤٦، ووصل ٠,٧ قدم/ السنة أى نحو ٢٢سم. كما سجل النقص بمقدار ٤,٥ قدم فى ٦٧ شهر، أى بمعدل ٠,٨ قدم/السنة (Ministry of Agri. & Water, 1946) وفى الستينيات زاد عدد الآبار إلى ١٧٥ بئراً وسجل الهبوط بمقدار ٢٠ لتر / ث (Ministry of Agr., 1968) وتوقف ضخ بعض الآبار بالواحة، وبعضها الآخر أصبح إنتاجها محدوداً وجفت كثير من العيون. وفى واحة الأحساء أدى الضغط المتزايد على سحب المياه الجوفية عن طريق الحفر الزائد للآبار والتي وصل عددها إلى ٨٨٧ عام ١٩٦٧ وفى ١٩٨٧ إلى ٢٠٠٠ بئر إلى جفاف ونضوب بعض الآبار (حوالى ٢٥ بئراً) وانخفاض منسوب المياه الجوفية وجفاف كثير من العيون (الطاهر، ١٩٩٩، ص ص ٢٢٤-٢٢٥).

وبشكل عام فإن كل نبات له حد أدنى وحد أقصى فى احتياجاته المائية، لذا فإنه إذا قلت كمية المياه المتاحة عن الحد الأدنى بسبب هبوط مستوى الماء الجوفى وصعوبة الحصول على الكمية المطلوبة من المياه له فإن ذلك يعوق نمو النبات ويعرضه فى النهاية للموت ونقص فى المساحة المزروعة أيضاً وكلها مظاهر للتصحّر.

### (٣) عامل السطح :

تؤثر طبيعة السطح تأثيراً قد يكون مباشراً أو غير مباشراً على حدوث عملية التصحر، حيث تؤثر خشونة السطح على التأثير المحتمل لنحت التربة فى كل مجموعة ورتبة من مجموعات ورتب التربة القابلة للنحت، حيث أن الخشونة إما أن تزيد من أو تقلل من قدرة نحت الرياح أو من النحت الفعلى للرياح. وبشكل عام فإن خشونة السطح تقلل من فاقد التربة تحت تأثير الرياح بينما نجد أن السطح التلى knoll يزيد من قابلية التربة للنحت حيث تزيد سرعة الرياح فوق هذا السطح

وفى السهول العظمى بالولايات المتحدة مثلاً نجد أن المناطق الجافة وشبه الجافة، والأكثر جفافاً توجد حيث توجد السهول ويكون السطح غير محمى ومستوياً وناعماً، ولذا يحدث النحت لأنواع التربة المختلفة بها (Verstappen, 1983, p.352).

#### (٤) الرعى الجائر وقطع الأشجار :

يمثل الرعى حرفة من حرف الإنسان، ويمارس الإنسان أيضاً قطع الأشجار وجمع الحطب لأغراض منزلية ولأغراض صناعية أيضاً. ويعرف الرعى الجائر Overgrazing بأنه عملية رعى تتضمن إزالة المادة النباتية بمعدل يكون أكبر من إعادة النمو والتجديد، وهو يمثل كارثة شائعة في النباتات الطبيعية سواء بفعل العوامل الطبيعية أو بفعل الإنسان، (Tivy, 1993, p.49) ويحدث الرعى الجائر نتيجة زيادة أعداد الحيوانات عن كفاءة المرعى.

ويسبب الرعى الجائر تدميراً للغطاء النباتي وللكتلة الحية، وما يتبعه من خصائص التربة من حيث التماسك والنحت والإرساب وتغدق التربة بفعل المياه المرتفعة القلوية وعمليات التملح، وينتج عن ذلك : (١) تقليل في الإنتاج وإندماج الحبيبات العليا للتربة (٢) تقليل المادة العضوية مما يضعف التربة ويدمر ترابط الحبيبات ويخلخل بناء التربة.

وظهر الرعى الجائر في آسيا في عدة دول، منها الهند وسرى لانكا والصين وروسيا ودول وسط آسيا وأصبح الآن أشد خطراً في النصف الثاني من القرن العشرين، في الهند زادت أعداد الحيوانات، فزادت أعداد الخنازير بنسبة ٣٤% أثناء فترة الجفاف drought مما زاد من الضغط على المراعى ونتج نقص في الموارد النباتية الطبيعية (Mann, 1986, p.85). وفي القارة الأوربية يمكن ملاحظة الرعى الجائر في إسبانيا، خاصة في الإقليم الجاف وشبه الجاف بها، حيث تسبب الرعى وقطع الأخشاب لأغراض الطاقة في حدوث التصحر ما بين المتوسط والقياسي في درجته، وتغدقت أراضي وادي نهر إيرو ووادي النهر الكبير، ونحتت التربة على سفوح المرتفعات (Dregne, 1986, p.15).

وقد ترك الرعى الجائر في قارة أمريكا الشمالية بصماته واضحة فوق الأراضي القاحلة هناك arid land، في وادي سان جواكين في كاليفورنيا، وفي وادي امبريال، ووادي مكسيكالي، والوادي الأدنى لنهر ريو جراند.

وفى شمال شرق البرازيل فى أمريكا الجنوبية يوجد التصحر بدرجة معتدلة أو متوسطة، وقد تدهورت النباتات الطبيعية وظهرت النباتات المقاومة للجفاف وتستمر لفترة طويلة إذا حدث الجفاف. أما فى السهل الساحلى لشيلي وبيرو فإن الأودية الضيقة التى تقطع السهل الساحلى حدث لها تملح، ونحتت تربة السهل بسبب الرعى الجائر (Dregne, 1986, p.15).

ويظهر التصحر فى استراليا، بحيث نجد أنه دمر حوالى ٠,٢ مليون من الهكتارات من المزارع والمراعى بسبب التملح، ويشير دريجى (Dregne, 1986, p.14) إلى أن تدهور الاراضى فى استراليا نبع من مشكلة الرعى الجائر لاراضى المراعى والذي بدأ فيها الرعى من ٧٠-١٣٠ سنة ماضية مع الاستقرار فى الاراضى الداخلية.

وفى عملية التحطيب تكمن قيمة الأشجار فى أنها تحمى النظم البيئية، ولكى نحمل هذه النظم أيضاً من التحطيب لأغراض الطاقة يجب تعويض هذه المناطق باستزراع الأشجار لمثل هذا الغرض وتكون على مقربة من أسواق الاستهلاك، ويمكن أيضاً إيجاد الطاقة البديلة سواء مولدات كهربائية فى مراكز العمران الصحراوية أو توليد الطاقة باستخدام الطاقة الشمسية أو تلك المستخرجة من البترول.

## (٥) الأنشطة الاقتصادية

### (أ) التكثيف الزراعى :

يعتبر التكثيف الزراعى من العوامل التى تؤدى إلى حدوث التصحر. فقد يبدو لنا أن الأرض طالما تزرع وينضج المحصول ونحصل على الإنتاج فإن هذا يكون بعيداً عن الإصابة بالتصحر، ولكن الأمر ليس بمجرد النظر فقط فى هذا الجانب. فزيادة التكثيف الزراعى فى الإقليم الجاف الذى انتشرت فيه زراعات لأنواع نباتية متعددة ومنها القطن، والبطاطس الذى ينتج منها ٥٥% من الإقليم الجاف، والشعير

الذى ينتج ٣٩% منه من الإقليم الجاف، وينتج من القمح ٢١% من الإقليم الجاف (Sheridan, 1986) كلها تؤدي حتماً في النهاية نتيجة ممارسة النشاط الزراعي بشكل مستمر إلى حدوث التصحر.

وقد تعاني الزراعة في هذه المناطق كنشاط اقتصادي أساسي أو ثانوي من نقص العمالة، وقد يرجع التصحر في بعض هذه المناطق إلى نقص العمالة وهجرة السكان إلى خارج الإقليم أو المنطقة.

ويشير لاهويرو (2002, p.14) إلى أن التكثيف الزراعي في علاقته بالتصحر يعرف بالزراعة الجائرة over cultivation وتتم الزراعة بطرق غير ملائمة وسوء إدارة الأرض، وتتم زراعة الأرض التي تكون جافة وشديدة الجفاف، وهذا يساعد على سرعة نحتها وتدهورها، وزراعة الأرض الشديدة الانحدار يؤدي إلى جرفها.

#### (ب) التعدين والصناعة :

لما كانت كثير من الأنواع المعدنية تستخرج من المناطق الجافة والقاحلة وشبه القاحلة والمناطق شبه الرطبة فإنه قد يحدث تصادم بيئي مع الاستثمار المعدني والتصنيع في هذه المناطق.

فمشروعات التعدين تستخدم كثير من المياه الجوفية، خاصة استخراج البترول والغاز الطبيعي، ومناجم الفحم، وكل هذه الموارد في البيئة الجافة يتم من أجلها استخراج المياه الجوفية، مما يؤدي إلى خفض مستوياتها نتيجة السحب الكبير والمتزايد من هذه المياه، ويؤدي هذا إلى خفض مستويات المياه من التربة أولاً فتتحول إلى تربة جافة، ثم يهبط مستوى المياه إلى ٨-١٥ متر أسفل السطح فيزيد الجفاف، ويسهل نحت التربة بالرياح (Kovda, 1980, p.91).

ففي الأرجنتين على سبيل المثال تسبب البحث والتنقيب عن البترول هناك واستخراج المعادن في إضافة عامل إلى العوامل الأخرى بالدولة والمتسببة في التصحر وتدهور البيئة، سواء بما يتم عمله من طرق وتسوية واستصلاح

مناطق ومنشآت أو مواضع المناجم (Valle et al., 1998, p.98)

ويظهر أثر شق الطرق التي تعمل على خدمة المناطق الصناعية والتعدينية وخدمة النشاط السياحي في عملية التصحر، حيث تعمل عجلات السيارات على حفر التربة أثناء السير في الطرق الحصوية، بالإضافة إلى أنه عند رصف الطرق فإن هذا يقلل من كمية المياه التي تصل جوانب الطريق، وتعمل السيارات على سحق المجارى المائية وإخفاء معالم بعضها أو ملامح قطاعاتها العرضية، وتعمل المياه بعد ذلك على نقل الرواسب المدمرة والمسحوقة باتجاه المصب إلى المواضع الحضرية أو المناطق الإيكولوجية (U.N., 1977, p.418).

### (ج) النشاط السياحي :

يتسبب النشاط السياحي وزيادته المستمرة في حدوث التصحر. وإذا أخذنا مثال على ذلك في استراليا نجد أن تكرار الزيارات إلى المناطق يؤدي إلى التدمير سواء بعجلات السيارات، أو بسبب هوية القنص وإشعال النار واقتلاع الأعشاب وكلها تعدل من السطح وتؤدي إلى تدمير التربة، وقد أصبحت سياحة السفارى مظهراً أساسياً موجهاً إلى صحراء الرمال العظيمة وصحراء سمبسون وصحراء جبسون باستراليا، وتعانى سياحة السفارى من مشكلة اختيار الدروب الصحيحة بعدما تعددت الدروب بسبب عمليات الكشف عن البترول (Buckley, 1985, pp.182-183) وكل ذلك أدى إلى تدمير التربة واستهلاك المياه في المناطق السياحية.

### (٦) العامل السكاني :

يؤثر حجم السكان ومعدلات زيادتهم، وديناميكية السكان من حيث الهجرة من الأقاليم والتركز في مناطق معينة في حدوث عملية التصحر أو تساعد على حدوثها. فزيادة الحجم السكاني تجعل من الضرورة بمكان، زيادة حجم الإنتاج الزراعى، ويتم الأخير عن طريق التوسع الأفقى والرأسى، والتوسع الأفقى يكون

فى أراضى هامشية وتكون حدية فى الإنتاج وتتصحر بمعدلات سريعة وخلال فترة زمنية قصيرة. أما التوسع الرأسى فهو يؤدى إلى التكثيف الزراعى فى المناطق الهامشية خاصة، مما يضعف تدريجياً من إمكانات البيئة (Verstappen, 1983,p.333)، كما أن النمو الديموغرافى السريع للسكان، والزيادة السريعة فى الكثافة السكانية تؤدى إلى الضغط البشرى وما يتبعه من عبئ فوق الأرض.

أما عن أثر حركة السكان وهجرتهم فى نشوء التصحر وظهوره فقد وجد أنها تؤدى إلى زيادة الضغط على نظم الإنتاج الريفى خاصة نظم إنتاج الطاقة الحيوية biofuel. فهجرة السكان مثلاً فى كينيا من المناطق المرتفعة إلى مناطق أكثر جفافاً، ومناطق تركز اللاجئين الفلسطينيين فى الأردن والذين تحركوا نحو الشرق إلى الأقاليم الصحراوية الأقل من ٢٥٠ ملليمتر/ السنة، حيث يؤدى التركز السكانى حول مخيمات اللاجئين إلى حدوث ضغط على الموارد الطبيعية . وقد تؤدى الهجرة فى مناطق الطرد السكانى أو الموطن الأصلى للمهاجرين إلى النقص فى الأيدى العاملة الماهرة مما يقلل من استمرار صيانة وخدمة الأراضى والبيئة الأساسية، فيتدهور الإنتاج، مثلما حدث فى اليمن نتيجة لحدوث هجرات خارجية (Millington, 1999, p.190) وحدث أيضاً فى واحة القطيف شرقى المملكة العربية السعودية، حيث هاجر كثير من السكان للعمل فى حقول البترول الأرضية والبحرية، وبالتالي تركت الحقول أو تم تأجيرها، خاصة للعمل فى شركة أرامكو (FAO, 1970, p.11-4).

وإذا حسبنا نسبة التحضر فى مناطق التصحر الشديد لوجدنا أن النسبة مرتفعة قياساً على جملة السكان بشكل عام، وتصل النسبة فى حوض البحر المتوسط ٣١%، وفى أفريقيا جنوب الصحراء ١٩%، وفى دول القارة الآسيوية والمحيط الهادى ٢٧%، وتبلغ فى الأمريكتين ٣٢% مما يترك فراغاً كبيراً فى البيئة الريفية.

## (٧) النشاط العسكرى :

تعتبر الحروب سبباً حديثاً نسبياً لحدوث التصحر والذي ظهرت آثاره منذ عهد الدولة الرومانية التى قطعت فيها كثير من الأشجار فى أوربا الشرق الأوسط. كما يرتبط بالجانب العسكرى النشاط والتدريبات العسكرية وبناء عمران ومنشآت تتعلق بهذا النشاط بشكل مباشر. وقد كانت الحروب فى القرن العشرين سبباً لظهور مشكلة التصحر ومنها الحرب العالمية الأولى والثانية وما خلفته من تدمير فى أوربا ومنطقة الشرق الأوسط من تدمير للنبات الطبيعى والتربة بسبب القصف وحركة الآليات، ومنها حرب الصومال وحرب تحرير الكويت، وحرب الولايات المتحدة الأمريكية مع فيتنام فى الستينيات من القرن العشرين.

وليس أدل على ذلك من أن عدد الحفر المختلفة فى الكويت والخنادق وغيرها من الملامح المتعلقة بالنشاط العسكرى قد بلغ ٤٢٤٨٢٨ حفرة، وتراوحت الكثافة فى المناطق المختلفة ما بين ٧,٢٤ حفرة فى الشمال الغربى وبين ٥٧,٢٦ حفرة /كم<sup>٢</sup> فى الشمال الشرقى (Al-Ajmi, 1993, p.24) وأن عدد المركبات التى كانت تعمل فى ثلاث محاور قد وصل العدد الإجمالى لها ١٤٧٩٤ مركبة كما فى جدول (٤٤) وشكل (٩١). وكلها يدمر التربة والنبات الطبيعى.

### جدول رقم (٤٤)

عدد الحفر والخنادق ومخازن الذخيرة فى الأقاليم الكويتية

الإقليم	العدد من كل الأنواع
الشمال الشرقى	١٧١٩٨٧
الشمال الغربى	٢٣٧٧٥
الغرب أ	٤٤٤٧٥
الغرب ب	٧٢٠٤٢
الجنوب الغربى	١١٢٧٦٧
المجموع	٤٢٤٨٢٨

المصدر : Al-Ajmi, 1993.



## درجات التصحر وتوزيعه الجغرافي

أولاً : درجات التصحر :

(١) التصحر الخفيف Slight، وتكون حالة الغطاء النباتي فيه ممتازة إلى جيدة، ويختفي النحت أو يكون خفيفاً، وتملح أو تغدق للأراضي الزراعية خفيف ويكون انخفاض الإنتاج قليلاً ويقل عن ١٠% ومتوسط المطر أقل من ١٠٠مم، والتربة تكون عميقة.

(٢) التصحر المعتدل Moderate أو (المقبول)، ويكون الغطاء النباتي مقبولاً، والنحت يكون معتدلاً، ووجود بعض النحت والأخاديد ضحلة، ودرجة الملوحة ٤-٨ ملليموه/سم، ونسبة الانخفاض في الإنتاجية بين ١٠-٥٠%، ومتوسط المطر ١٠٠-٢٥٠مم، والتربة تكون عميقة إلى ضحلة.

(٣) التصحر الشديد Severe ويكون النبات الطبيعي فيه فقيراً بسبب شدة التدهور، ويشتد النحت المائي والهوائي، وتزيد نسبة الملوحة لتتراوح بين ٨-١٥مم/سم، وتشتد عملية انخفاض الإنتاجية وتتراوح نسبة هذا الانخفاض ٥٠-٩٠%، والمطر بين ٢٥٠-٥٠٠ ملليمتر، والتربة تتراوح بين العميقة والضحلة.

### جدول (٤٥)

#### تصحر الأراضي القاحلة في العالم

درجة التصحر	المساحة بالمليون كم <sup>٢</sup>	% من جملة المساحة
خفيف	٢٤,٥٢	٥٢,١
معتدل	١٣,٧٧	٢٩,٣
قاسي	٨,٧	١٨,٥
قاسي جداً	٠,٠٧٣	٠,١

المصدر : Dregne, 1986, p.13.

(٤) التصحر الشديد جداً Very Severe : وهى أراضي قوضت فيها النباتات الطبيعية تماماً وبذلك يتم نحتها بدرجة كبيرة، ويصبح النحت قاسياً ، وتملح التربة يكون شديداً والذي يؤدي تدمير المحاصيل، ولذا يصبح معدل نقص الإنتاج الزراعى أكبر من ٩٠%، وكمية الأمطار تبلغ ٥٠٠-٧٥٠ ملليمتر، قطاع التربة ضحلاً للغاية ويقترب من الإزالة النهائية، ويوضح هذه الدرجات شكل (٩٢).

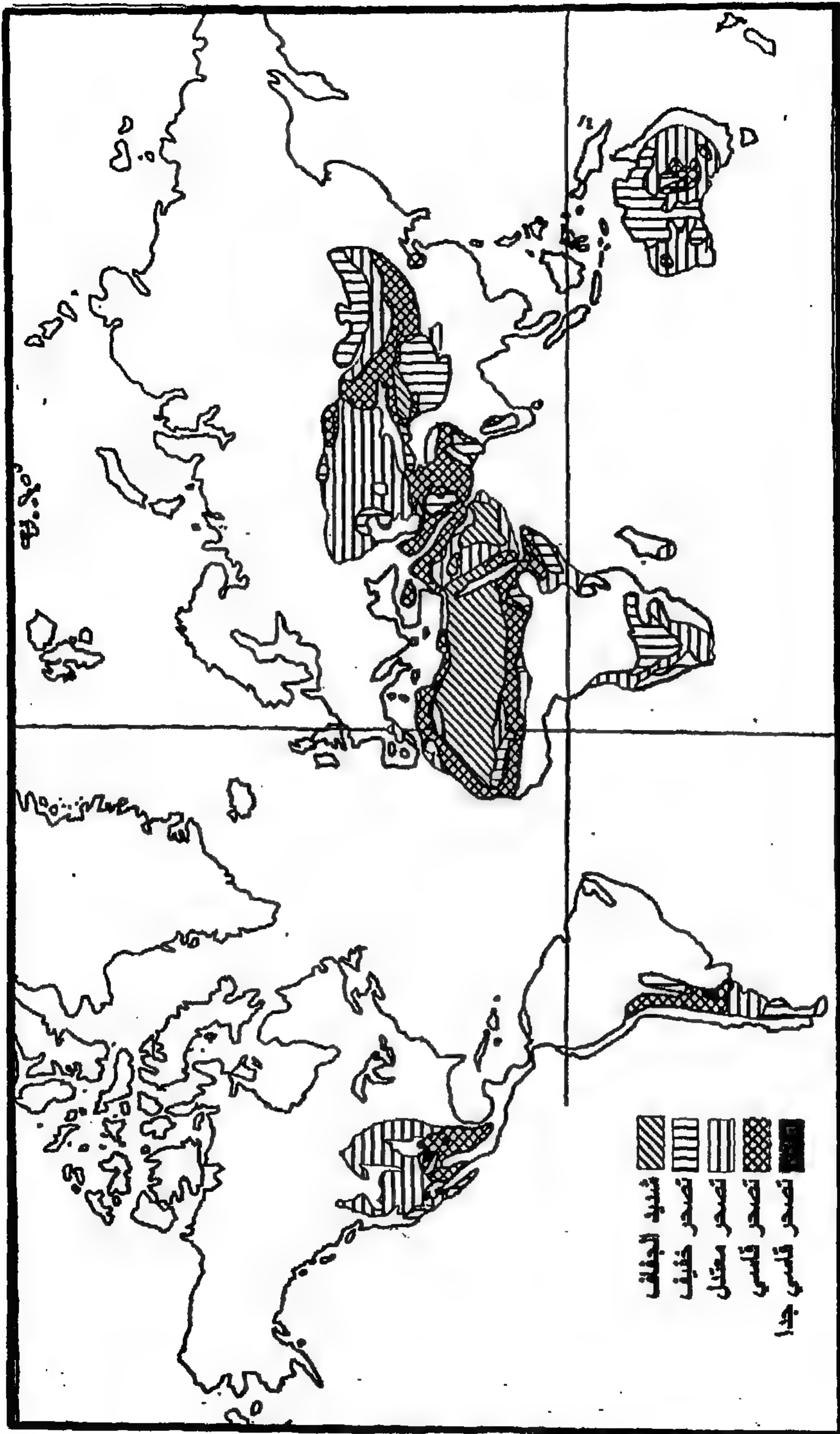
وتختلف نسبة الأراضي المتصحرة للأراضي القاحلة فى العالم فى كل رتبة أو درجة، حيث أن التصحر الخفيف مساحة أراضييه ٥٢,١% من جملة مساحتها فى هذا النطاق، بينما نسبة المساحة ذات التصحر المعتدل ٢٩,٣%، وتقل المساحة ذات التصحر القاسى إلى ١٨,٥% كما فى جدول (٤٥).

#### التوزيع الجغرافى للتصحّر :

تستحوذ القارة الأفريقية على أكبر نسبة مساحية للأراضي المتصحرة بدرجة قاسية جداً، حيث تبلغ على ٥٠% من مساحة الأراضي المتصحرة من هذه الدرجة فى العالم، تليها آسيا التى تبلغ فيها ٢٣% كما فى جدول (٤٥)، وأقل المساحات هى فى أوروبا بنسبة ١,٤% من جملة المساحة.

أما التصحر الشديد فإن قارة آسيا تتبادل الدور المساحى مع قارة أفريقيا حيث تبلغ أكبر نسبة للمساحة المتصحرة من الدرجة الشديدة بالقارة الآسيوية وهى ٤٤% من جملة المساحة لهذه الدرجة، وتليها القارة الأفريقية التى تبلغ فيها نسبة المساحة حوالى ٣٠% من جملة أراضي هذه الدرجة.

وتستأثر قارة آسيا بأكبر نسبة أيضاً من مساحة الأراضي المتصحرة من الدرجة المعتدلة، وبها ٣١,٧% من مساحة أراضي هذه الدرجة، ويلى قارة آسيا قارة أفريقيا التى تبلغ نسبة المساحة بها ٢١,١% وفى استراليا توجد بها نفس نسبة المساحة لنفس درجة التصحر وهى ٢١% بينما أقلها نسبة هى فى أمريكا الجنوبية.



المصدر : Dregne, 1978

توزيع درجات التصحر في العالم  
شكل رقم (٩٢)

## جدول (٤٥)

نسبة المساحات المتصحرة ودرجاتها في قارات العالم

القارة	شديد جدا	شديد	متوسط أو معتدل
أفريقيا	٥٠%	٢٨,٩%	٢١,١
آسيا	٢٣%	٤٤%	٣١,٧
أمريكا الشمالية	٤,٧%	٨%	١٦,١
أمريكا الجنوبية	١٢%	٧,٧%	٩
استراليا	٨,٩%	١٠,٥%	٢١
أوروبا	١,٤%	—	١,١

المصدر : البيانات الأصلية عن بلبع ونسيم ١٩٩٤ والنسب من حساب المؤلف.

وهكذا يتضح بأن الأراضي الشديدة جداً والقاسية جداً في درجة التصحر والأراضي الشديدة توجد في قارتي أفريقيا وآسيا أكبر مساحة من هاتين الدرجتين.

أما التصحر بمختلف درجاته على مستوى دول كل قارة فيمكن التعرف على خصائصها العامة في كثير من الدول، وأنواع وأسباب التصحر على النحو التالي:

(١) قارة آسيا : يظهر التوزيع المكاني للأراضي المتصحرة بمختلف درجاتها في وسط وغرب وجنوب غرب آسيا، وبعض المناطق في الجنوب في شبه القارة الهندية، كما في شكل (٩٢). ويمكن عرض مشكلة التصحر في بعض الدول التي تتأثر به بدرجة كبيرة وواضحة بالقارة. ومن هذه الدول التي يظهر بها التصحر الصين.

ففي الصين تملحت أراضي كثيرة في هضبة اللويس، ونحتت المياه والرياح مساحات كبيرة، وحدث زحف رمال مما قللت من المساحة المتاحة للزراعة، وقدّر بأن المساحة المتأثرة بالتصحر في الصين في منتصف التسعينيات بلغت ٧٩% من الأراضي القاحلة وشبه الجافة والجافة وشبه الرطبة، وأن معدل الزيادة السنوية للأراضي المتأثرة بالتصحر ٢٤٦٠ كم<sup>٢</sup> (Eldridge & Squires, 2002, p.38).

أما المنطقة الثانية في آسيا والتي تعاني من التصحر فهي الهند، التي أثر فيها المناخ وأدى إلى ظهور التصحر بها، ويعتبر قطع الغابات التي تغطي ٧٥ مليون هكتار بالهند من أسباب التصحر، حيث تدهورت نصف المساحة بسبب القطع، وحوالي ٢٠% تأثرت مساحاتها بالنحت وأصبحت لا تغطي سوى ١٢% فقط (Sdasyuk, 1986, p.89). وقد نحتت الأراضي الجافة في الهند في المناطق الرعوية التي لم تسلم هي الأخرى من التصحر، حيث ساءت حالة المراعي نتيجة الرعي الجائر، وفي إيران تتعرض كثير من الأراضي للتصحر بسبب زيادة أعداد الحيوانات بدرجة أكبر فيما يعرف بالرعي الجائر، بحيث أن زيادة الحيوان هو أكثر الأسباب أو أكثر تأثيراً، وفي صحراء وسط آسيا في تركمانستان إحدى دول آسيا الوسطى زاد فيها الضغط السكاني على المناطق الصحراوية خاصة في مناطق المنخفضات المغلقة التي توجد فيها الواحات ويستقر بها السكان خاصة في الواحات، وتستخدم أراضيها في الرعي وجمع الأخشاب لاستخدامها كوقود وأصبح إنتاجها منخفضاً. وتتعرض الأراضي في تركمانستان لنحت شديد جداً مما يحولها في النهاية إلى كثبان رملية من نوع البرخان (Balaev & Ovezliev, 1994, p.93)

### التطبيق على السعودية :

إذا أخذنا مثلاً خامساً للدول التي تعاني من التصحر نجد أنه في المملكة العربية السعودية حيث أزيلت الأكاسيا (السنت) في مناطق امتداد طريق ضрма - الحجاز القديم، وانتشر مظهر الحماداء، وفقدت التربة العليا من قطاع التربة (Chaudhary, 1994, p.12). أما في وادي السرحان فقد أزيلت أجزاء من التربة خاصة الرواسب الأنعم، وتخلفت الأرصفة الصحراوية والحصى، وتكونت من تلك الرواسب الكثبان الرملية، ويرجع السبب الرئيسي في كل هذه التغيرات إلى تدهور النبات لأن المنطقة تمثل منطقة عبور إلى تركيا وبلاد الشام منذ القدم (Ibid., p.18)

وفي واحة الأحساء في المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية تهاجر

الكثبان الرملية من صحراء الجافورة التي تمثل بحراً رملياً، إلى الواحة وأصبحت تشكل خطراً يهدد الزراعة في العقود الثلاثة الماضية والأخيرة من القرن العشرين. وهذه الواحة غنية بموارد المياه التي تتبثق من بين الصخور الحاملة للمياه.

وبشكل عام فإن تدهور النبات الطبيعي والنظام البيئي أدى إلى فقد الحياة الحيوانية، وفتح الباب لدخول التصحر، فحلت الماعز محل الأغنام، وحلَّ الجمل محل الماعز. وقد تدهورت مساحات كبيرة من الأراضي بالمملكة وصلت مساحتها ٨٥% من جملة مساحة الأراضي (Seddom, 1994, p.50/51).

(٢) قارة أفريقيا : تظهر الأراضي المتصحرة في نصفى القارة الشمالى والجنوبى، وفى دول عديدة. ففى مصر هاجر كبير من سكان القرى من أراضى الواحة وسكنوا المراكز الرئيسية، وبعضهم الآخر هاجر خارج الإقليم إلى محافظات أخرى أو إلى ليبيا للعمل فى حقول البترول شأن ما حدث فى واحة القطيف بالمملكة العربية السعودية.

وفى تونس أدى إزالة الأشجار والأحراش إلى نحت التربة بفعل الرياح خاصة التربات الخفيفة وإلى نقص عناصر النترات والمادة العضوية، خاصة فى الجزء الجنوبى منها، وأدى ذلك إلى تكوين الكثبان الرملية وإلى عدم الاستقرار فى الأراضى الزراعية (U.N., 1977, p.28). وتعانى السودان فى مناطق كثيرة منها من التصحر، ومنها دارفور، حيث يوجد التصحر فى شمالها، خاصة منطقة زالنجى حيث تدهورت غابات الأكاسيا بسبب الرعى.

وقد حدث الزحف الصحراوى فى منطقة كريمة بالسودان شرق النيل، وحدث زحف الرمال فى حوض كرامة شمال دنقلا، وطمرت مساحات كبيرة من الأراضى الزراعية والعمران فى منطقة دنقلا، وتدهورت غابات الأكاسيا من نوع Senegal فى شمال غرب كردفان فى منطقة البشرى، وعانت غابات وأشجار الصمغ من موت الكثير منها بسبب الجفاف وزيادة أعداد الحيوانات، (Lamprey, 1988, p.3)

أما فى النصف الجنوبى لقارة افريقيا فقد أثر التصحر على أراضى الدول

الواقعة به، حيث وجد حزام فى جنوب افريقيا يقع إلى الجنوب من ٥٦° جنوباً، ويمتد حتى شمال مقاطعة الكاب وإقليم ناتال، وهذا النطاق المتصحّر لا يشمل فقط صحراء كلهارى، بل يمتد ليشمل أيضاً كثيراً من الهضاب الداخلية.

(٣) قارة أوربا : وجد التصحر فى إيطاليا وفرنسا وإسبانيا واليونان. وإذا أخذنا اليونان نجد أنه ظهر بجزر كثيرة ومنها جزيرة ليسفوس Lesvos والذي ارتبط بالحرائق فى الغابات والرعى الجائر حيث يوجد نظام الرعى الحر والذي يحول ويمنع تجدد النبات الطبيعى مرة أخرى، (Faraggitaki, 1985, p.237). .. ويوجد التصحر فى شبه جزيرة ايبيريا خاصة فى إسبانيا بسبب الرعى الجائر وقطع الأخشاب، وذلك فى هضبة المزييتا وسفوح السلاسل الجبلية بها.

(٤) قارة أمريكا الشمالية : يوجد التصحر فى الغرب الأمريكى الذى يتعرض له، حيث يوجد فى موهاف وسونورا، والحوض العظيم. وأصبحت العواصف تهب بدون سقوط أمطار مما أدى إلى نحت تربة الحقول، وحملت ملايين الأطنان من الآفاق العليا للتربة فى ولايات السهول العظمى، حيث هب ٧١ عاصفة ترابية عام ١٩٣٨ فقط. (Coates, p.155).

وفى السهول العظمى نحت من التربة مساحة قدرها ٥١,٨٨ ألف كم<sup>٢</sup> تمثل ٨٠% من مساحة المنطقة وكلها تأثرت بالنحت. وفى جنوب السهول العظمى بدأت تظهر مشكلة التصحر، ووصلت المساحة التى لا يمكن زراعتها هناك بمعدل ٢-١٠% سنوياً (Heathcote, 1980, p.37).

وتعتبر المكسيك من الدول التى تتأثر بالتصحّر أيضاً، حيث وجد أنه فى شمال المكسيك لم تتخذ الحكومة أى إجراء تجاه التنمية الاقتصادية فى النطاق الجاف وشبه الجاف، مما أدى إلى زيادة النحت وزيادة تقويض الغابات وظهور مشكلات بيئية أخرى (Mashbitz, 1986, p.96).

(٥) قارة أمريكا الجنوبية : تحولت مناطق كثيرة من مناطق الأنديز فى بوليفيا تدريجياً إلى صحراء، وتحولت مناطق كثيرة فى البرازيل إلى مناطق متصحرة بسبب قطع الغابات والرعى الجائر والضغط السكانى المتزايد، (Mashbitz,

وفى بيرو تأثرت المناطق العمرانية ومراكز الاستقرار ومناطق التنمية للتصحر. هذا النطاق المتصحر يوجد به ٥٠ وادياً نهرياً. وتعرضت أحواضها للنحت الشديد.

وإذا نظرنا إلى التصحر فى الأرجنتين نجد أن التصحر يرجع إلى أسباب عديدة منها : الرعى الجائر وتدهور التربة، وقطع الأخشاب للحصول على الطاقة.

(٦) قارة استراليا : يعتبر تدهور الأرض وفسادها deterioration من أسباب التصحر فى استراليا والتي تقع تحت ظروف الزراعة المطرية، وينتج عن تدهور التربة انخفاض الخصوبة.

ويعتبر تملح وتغدق التربة بسبب تغير سلوك الإنسان فى عمل تغيرات هيدرولوجية فى الأراضى الزراعية بالزراعة المروية من أسباب التصحر أيضاً فى استراليا فى مناطق محددة.

### ثانياً : مشكلة نحت التربة :

تتعرض التربة فى دول العالم المختلفة لعمليات النحت، خاصة النحت الميكانيكى وإزالة رواسب التربة، ويؤدى هذا إلى حدوث تدهور فى الأراضى، ويقاس ذلك بالطن/ فى الهكتار/ فى السنة، ويتم الاستعانة بمقدار الإنتاجية للهكتار إذا كانت الأراضى زراعية، بحيث إذا قلت الإنتاجية فيكون هذا مؤشراً لحدوث نحت للتربة. هذا وقد بلغت جملة مساحة الأراضى المتأثرة بالنحت حتى عام ٢٠٠٠ نحو ١٩٦٤ مليون هكتار، ٣٨% منها نحت خفيف، ٤٦% حالتها من النحت المتوسط، ١٦% منها وصلت إلى درجة النحت الشديد والقاسى (التركمانى ، ٢٠٠٦، ص ١٥٥).

ومن أسباب مشكلة نحت التربة :

أ- إزالة النبات الطبيعى، الأشجار منها والحشائش، وهما يعملان أساساً على تكوين التربة، فإذا تمت إزالتها فإن تكوين التربة يتوقف من جهة، ويصبح

السطح مكشوفاً ومعرضاً للنحت بالرياح وبالأمطار من جهة ثانية.

ب- التوسع العمرانى، حيث يتسبب الزحف العمرانى على حساب أراضي الغابات والحشائش إلى إزالة واختفاء التربة نفسها، وتدهور التربة فيما بين المنشآت وبعضها البعض وتقلص المساحة الكلية للتربة، ونحت التربة أيضاً عن طريق تجريفها والحصول على مواد للتربة لغرض صناعة الطوب اللازم للبناء.

ج- تأثير العامل الهيدرولوجى وذلك بفعل مياه الأمطار والأنهار وجريان الاودية بالمياه خاصة على سفوح التلال والجبال، حيث يؤدي الجريان إلى تفكيك التربة ونقلها من أعلى إلى أسفل وبذلك يتم إزالتها مثلما يحدث في الأرجنتين، وفي جزر سولومون في غربى المحيط الهادى.

د- فعل الرياح، حيث أن التربة المكشوفة والتي تمت إزالة النبات الطبيعى من فوقها، أو تعرضت بيئتها للجفاف المناخى وموت النبات نجد أن الرياح تستخدم طاقتها الحركية للعمل على نحت حبيبات التربة الناعمة وترك الحبيبات الخشنة مما يحول دون زراعتها

### ثالثاً : مشكلة تدهور المراعى :

تتعرض أراضي المراعى عادة للتغير خاصة الاتجاه نحو التدهور، حيث يزيد تدهورها عن ثلاث أمثال تدهور الغابات المدارية. والسبب فى ذلك يرجع إلى الرعى الجائر - أى الزائد عن الحد وعن طاقة المرعى وعن إنتاجيتها من الحشائش - وذلك بسبب زيادة أعداد الحيوانات عن كفاية الحشائش لإطعامها وبالتالي تقاد حتى على جذور الحشائش مما يؤدي إلى تدمير المراعى كما يحدث فى باكستان، والسودان والصومال والعراق وبوليفيا (فى أمريكا الجنوبية). وشبه الجزيرة العربية على سبيل الذكر لا الحصر. هذا وقد بلغت نسبة تربة أراضي المراعى المتدهورة بسبب الرعى الجائر ٣٥% من جملة مساحة تربة أراضي المراعى فى العالم.

## رابعاً : مشكلة حرائق الغابات والحشائش :

من حيث الجانب النوعي وصل عدد أنواع الحشائش المهددة بالانقراض ١٢٥ نوعاً و عدد أنواع الأشجار المهددة بالانقراض ١١٠ نوعاً (التركمانى، ٢٠٠٥، ١١٨). وتحدث الحرائق فى مناطق الحشائش، فى العروض الحارة أو المعتدلة، للسافانا أو الاستبس، خاصة فى فصل الصيف المرتفع الحرارة، وبسبب أحداث البرق والرعد، أو بسبب أعمال بشرية، وينسحب الوضع أيضاً على الغابات فى المناطق التى تتعرض لأحداث الجفاف dry. ويتسبب الحريق الواحد عادة فى تدمير عشرات أو مئات الكيلومترات المربعة المغطاة بالحشائش أو التى تنمو بها الأشجار، والتى يصعب معها الرجوع إلى حالتها الأولى.

## طرق علاج ومواجهة المشكلات :

هناك عدة طرق لمواجهة مشكلات التصحر ونحت التربة وتدهور المراعى وغيرها من مشكلات البيئة الجافة وتتمثل هذه الطرق فى الآتى :

أولاً : عمل مصدات الرياح : ويتم استخدام هذه الطريقة من الطرق لحماية التربة من النحت بفعل الرياح، حيث أن حبيبات التربة التى يحملها الهواء تقوم الحواجز أو المصدات بتصيدها أو تصيد جزء منها على الأقل، ولذا فإن هذا المسيج الشجرى الذى يتم زراعته يقلل من كفاءة النقل بفعل الرياح.

وحيثما تهب الرياح فإنها تتحدر فوق قمة الأشجار المكونة للمصد، ويقوم النوع المفتوح من الأشجار فى جزء آخر منه بالعمل كمرشح، فيقلل هو الآخر من سرعة الرياح لمسافة معينة حتى نصل إلى الجانب المحمى من الرياح Leeward، حيث تقل التذرية به. شكل (٩٣).

وفى تنفيذ مصدات الرياح يتم اختيار نوع الأشجار التى تلائم البيئة المناخية والتربة مثل العبل Tamarix كما هو الحال فى منطقة القطيف لحماية المحاصيل والتربة من سرعة الرياح وردم الرمال للحقول (FAO, 1970, p.53). ويتم عمل

مصدات الرياح بحيث تشتمل على صف أو خط واحد على الأقل من النباتات الخشبية المقاومة للملوحة والجفاف أيضاً drought، ومن أمثلتها : الزيتون والأكاسيا ونخيل البلح والعلبل.

وتوجد ثلاثة أنواع تمثل نباتات هامة من نباتات الحماية للتربة وهى الكازورينا لأنه نبات دائم الخضرة، والنوع الثانى هو الأكاسيا أو السنط والذي يتحمل الجفاف والملوحة وله أوراق تساعد على الحماية وقد اتجهت بعض الشركات إلى إنتاج شباك بلاستيكية خاصة لاستخدامها كمصدات لأنها تقوم بخفض سرعة الرياح، وتكون منفذة للهواء بنسبة ٥٠%، وتثبت فى صفوف متوازية، والمسافة بين بعضها البعض تبلغ عشرة أمثال ارتفاعها، وتتميز بأنها لا تستهلك مياه أو غذاء من التربة (بلبع ونسيم، ١٩٩٤، ص ١٩٦) كما فى شكل (٩٣).

ثانياً : عمل حافات للتربة : وهى طريقة ذكرها العجمى (1994, p.156) حيث يتم تجميع الرمال فى شكل حافة، وعلى مسافات ٤٠-١٠٠ متر، وتكون عبارة من حافات متتالية، وارتفاع الحافة ١-٢ متر، وهذه الحافات تقوم بدور حواجز رملية.

ثالثاً: عمل مدرجات : وذلك بتحويل التربة الموجودة على جوانب السفوح الجبلية والهضبية وعلى جوانب التلال إلى هيئة مدرجات سلمية، بحيث يحافظ ذلك على الرطوبة فى التربة، ويتيح فرصة واسعة للزراعة على مساحة كبيرة من الأراضي الخصبة، وفى نفس الوقت يتم حماية التربة من الإنجراف بفعل المياه:

وهناك عدة أنواع لأسطح المدرجات التى تصمم لحماية التربة من الإنجراف، والتى ذكرها هيدسون (Hudson, 1987) :

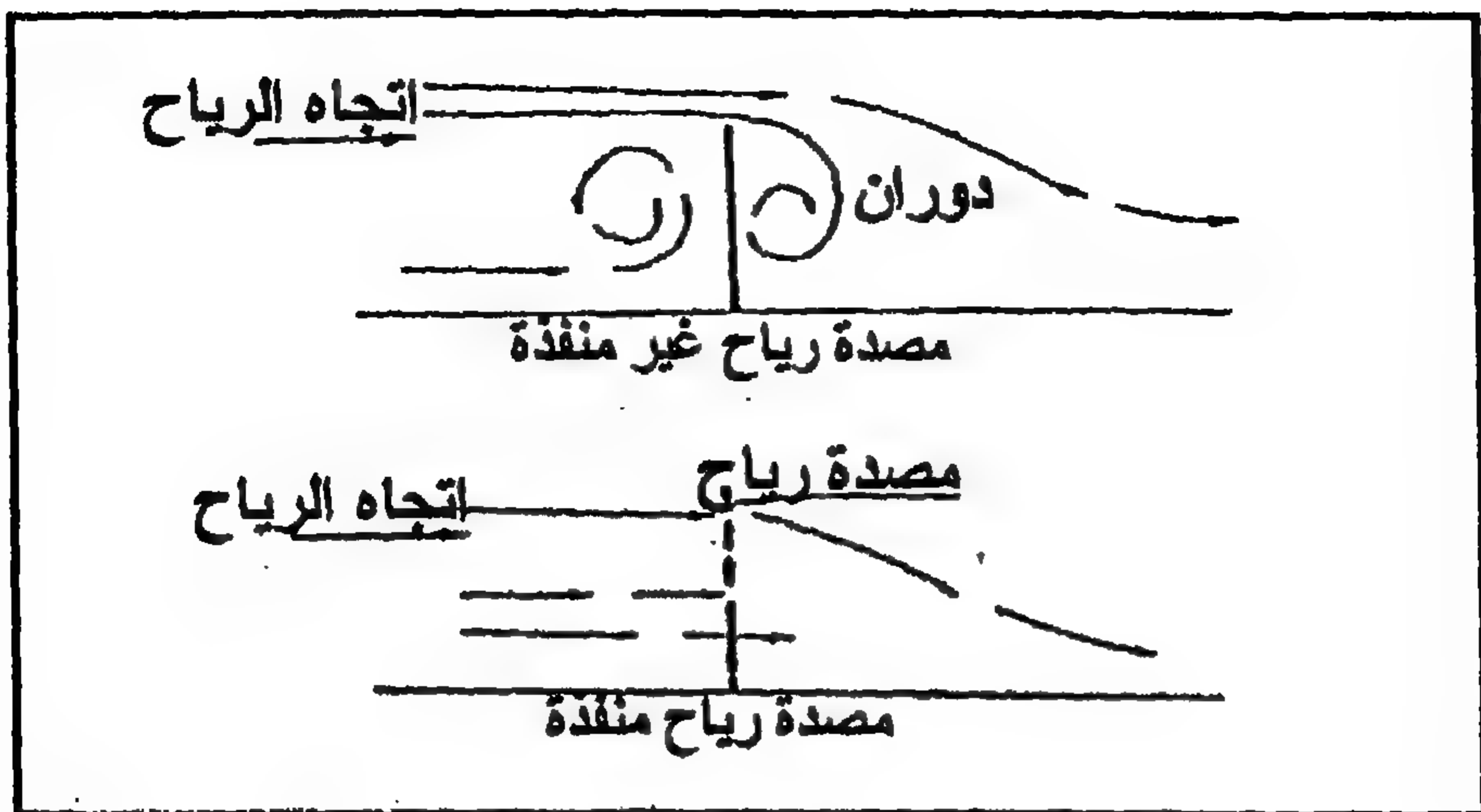
أ- مصاطب مستوية Level bench

ب- مصاطب مائلة مع الانحدار outward-slopping

ج- مصاطب مائلة نحو الداخل inward-slopping

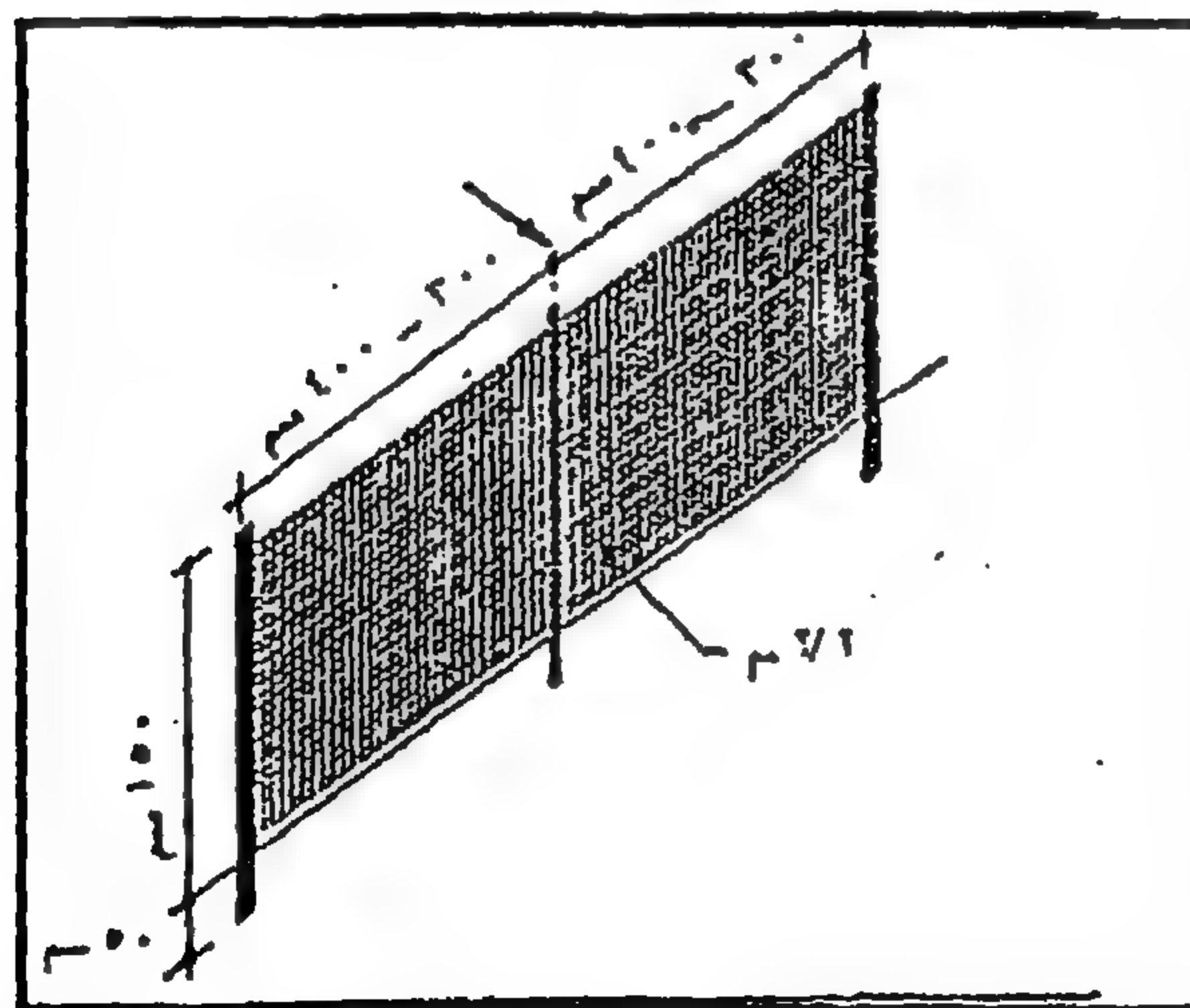
د- المصاطب السلمية Step terraces

هـ - مصاطب الري : Irrigation terraces



تأثير مصدات الرياح على حركة الهواء

شكل (١٩٣)



استخدام الشباك كمصدات للرياح لمقاومة زحف الرمال

شكل (١٩٣ ب)

رابعاً : صيانة التربة من الأخاديد : يمكن التحكم فى مظهر الأخاديد عن طريق زرع النبات الطبيعى بها وهذا هو المفضل، حيث يحمى النبات التربة من الأمطار وتصادمها مع التربة مباشرة، وتقلل النباتات من سرعة اندفاع المياه فوق التربة وتقلل من حمولة المياه الجارية بالرواسب.

والجانب الآخر لصيانة التربة من نحت الأخاديد هو ما يعرف باستصلاح الأخاديد Gully Reclamation، ويتم ذلك بعد سقوط الأمطار، حيث يمكن بذر البذور والتي تنمو نباتاتها بسرعة، ومن أمثلتها الشعير والذرة والقمح وذلك لوقف عملية النحت.

خامساً : طريقة التعامل مع الأرض: وتنقسم إلى الصيانة البيولوجية للأرض والحراثة الكنتورية وصيانة التربة بالطرق البيولوجية تكون عن طريق صيانة الأرض التي يتم حرثها لأغراض الزراعة، حيث تصبح الميكنة الزراعية ذات إنتاج عالى فى ظل وجود مطر جيد أو التحكم فى النحت بالرياح. وقد حدث ذلك فى الولايات المتحدة والبرازيل (فى الجنوب) وفى استراليا.

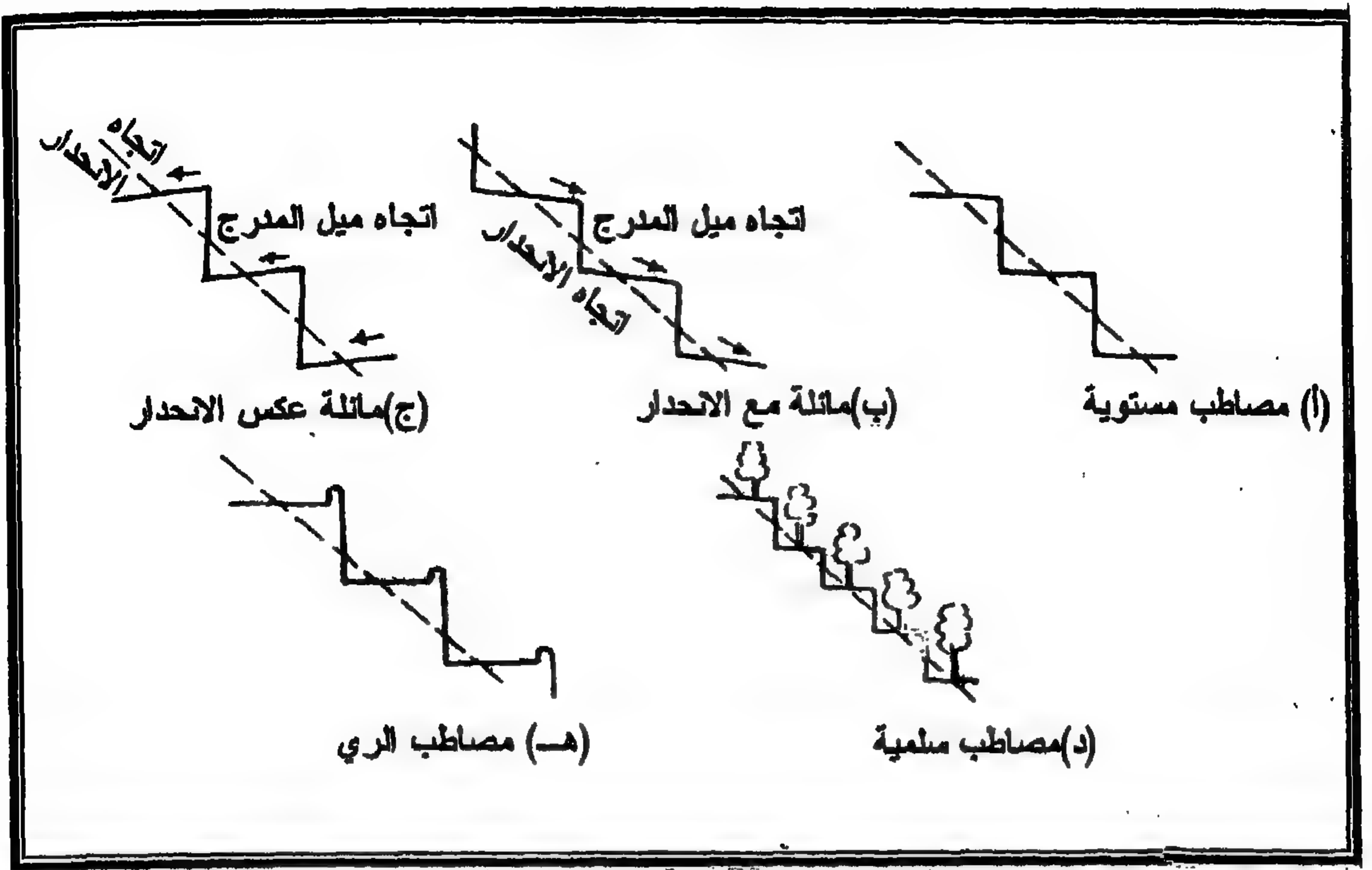
سادساً : تحسين خواص التربة : حيث أن التربة الملحية والتي تأثرت بدرجة ما بالتملح وأصبحت حساسة للتصحّر فإنه يمكن التحكم فى ملوحة التربة عن طريق غسل التربة من الأملاح الموجودة تحت جذور النبات.

سابعاً : تثبيت الكثبان ووقف الزحف الرملى :

هناك عدة طرق لمواجهة مشكلة الزحف الصحراوى وهجرة الكثبان الرملية ومن هذه الطرق :

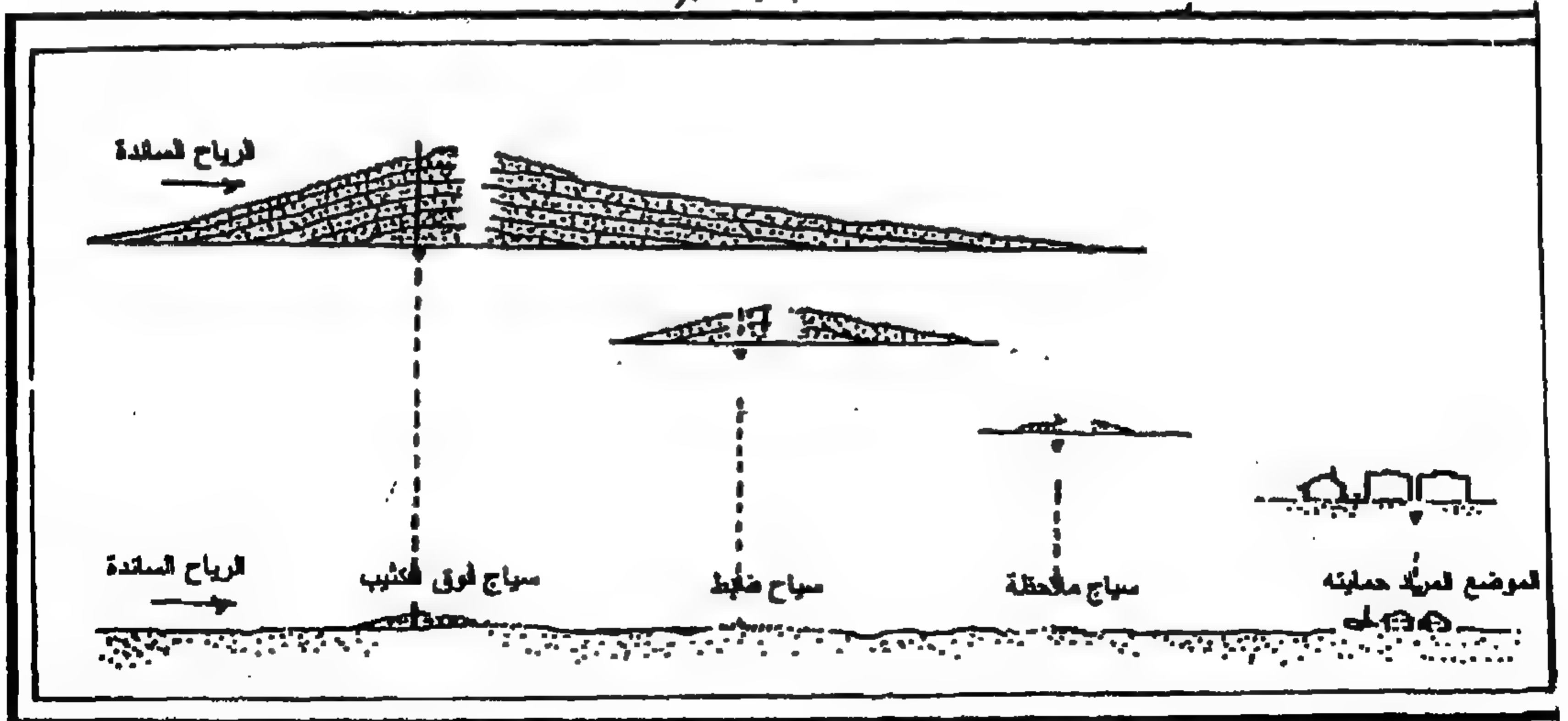
(١) تثبيت الكثبان (٢) التحكم فى حركة الرمال (٣) إنشاء الأحزمة الخضراء (٤) تسوية الكثبان (٥) زراعة الكثبان.

❖ تثبيت الكثبان : وهى طريقة يتوجه إليها المهتمون تلقائياً فى حال ظهور مشكلة زحف رمال على الطرق وعلى الأراضى الزراعية والعمران. ومن خلال دراسة ميخائيل بتروف M. Petrov لهذه المشكلة يمكن عرض بعض جوانب



أنواع المدرجات لحماية التربة من الانجراف  
شكل رقم (٩٤)

المصدر : Hudson, 1987



نظام سياجات الحماية من هجرة الكثبان

المصدر : ليرستين، ١٩٨٣

شكل رقم (٩٥)

تثبيت الكثبان الرملية المتحركة عن طريق حساب كمية تساقط الأمطار:

❖ إذا بلغت كمية التساقط ٢٥٠ مم، والتبخر ١٦٠٠ مم فإنه يمكن زراعة وتشجير

مناطق الكثبان بأنواع شجرية من نوع Mesophyllic psammophytes.

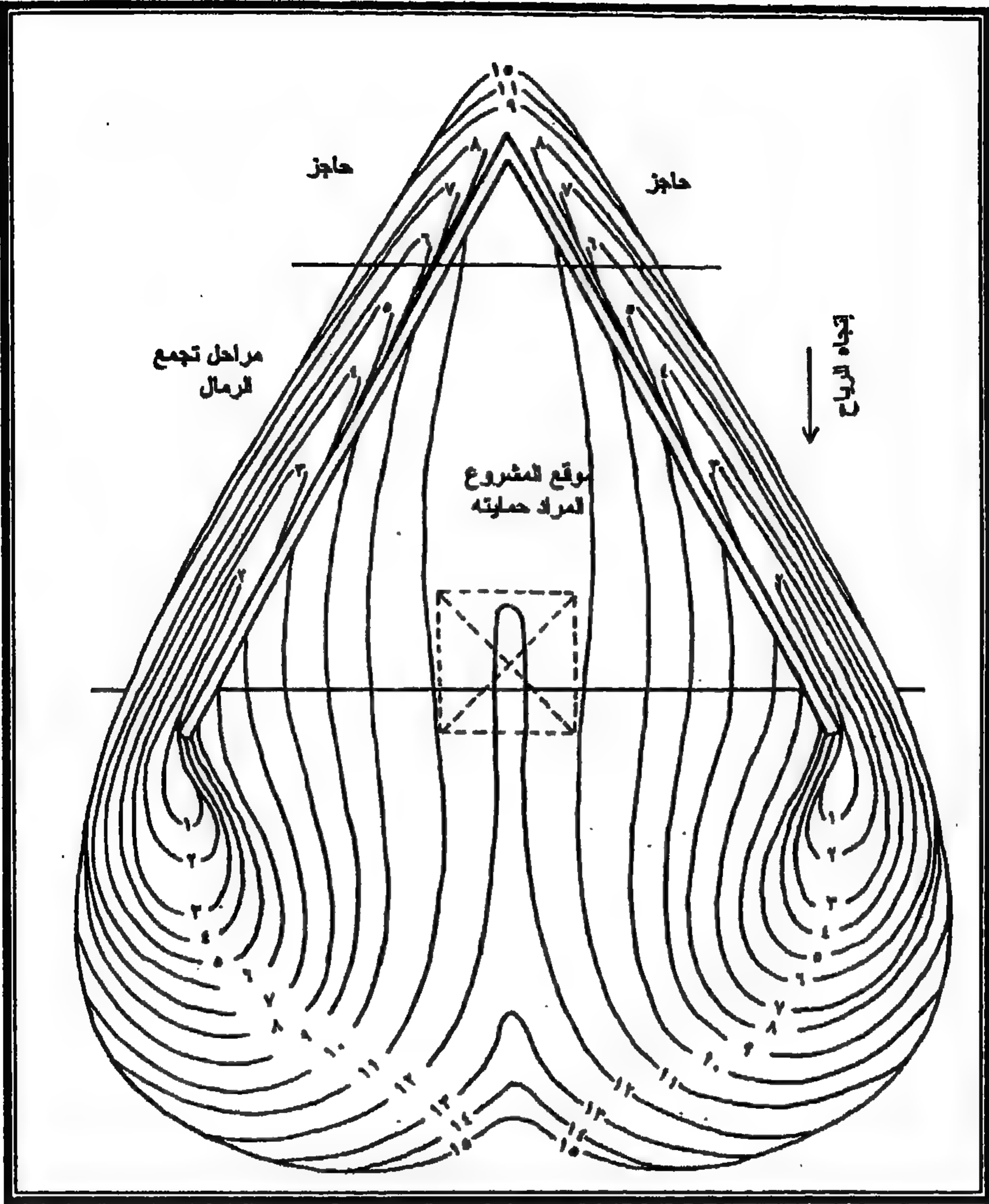
❖ وإذا كانت الأمطار محدودة وتتراوح بين ١٠٠-٢٥٠ مم والتبخر كبير ويصل إلى ٢٣٠٠ مم فيمكن استخدام الحشائش والأعشاب المقاومة للجفاف.

وقد تستخدم مواد أخرى لصناعة سياجات تعوق تقدم وهجرة الرمال، مثال ذلك ما يستخدم في الأحساء بالمملكة العربية السعودية من مواد سعف النخيل من مختلف الأحجام لتثبيت الكثبان وصيانة التربة، وهي وسيلة زهيدة الثمن وقليلة التكلفة (Al-Jaloud & Hussain, 1994, p.43).

(١) تغيير اتجاهات الكثبان : وذلك عن طريق عمل أسوار أو بنايات أو أية صورة تعوق تقدم الكثبان في محورها العام، بحيث تتم حماية أهداف بشرية معينة من تقدم الكثبان نحوها وحمايتها من التدمير أو الردم. ومن أمثلة ذلك أنماط الحواجز التي تصمم من النوع الخطى المتعامد على اتجاه هجرة الكثبان. وهناك نوع على شكل حرف V كما هو موضح في شكل (٩٦) والذي يؤدي إلى إنقسام في الرياح وبالتالي في حمولة الرياح من الرمال، فتبدأ في التراكم على جانبي الحواجز المكونة لحرف V.

(٢) تدمير وتسوية الكثبان: يمكن تدمير الكثبان عن طريق تسويتها Paving أو عن طريق إحداث قطع فيها فيما يشبه الخندق Trenching وذلك باستخدام الآلات الميكانيكية (البلدوزر) وتكون الخنادق محفورة إما بشكل عرضي على محور الكثبان أو بحفر خنادق طولية في جسم الكثيب الرمل، ويؤدي ذلك إلى تدمير نظام الكثيب وشل حركته (Kerr & Nigra, 1951, p.32).

(٣) زراعة أسطح الكثبان : وتعتبر هذه الطريقة من طرق صيانة التربة من جهة ووقف زحف الرمال من جهة أخرى وتعرف هذه الطريقة باسم "التحسين النباتي Phytomelioration". وفي روسيا طبقت هذه الطريقة الميكانيكية،



نظام تصميم حماية موقع  
أو مشروع من زحف الرمال  
شكل رقم (٩٦)

وكانت الزراعة مركبة من دروع من الحشائش والأعشاب، ونفايات بترولية لتثبيت الرمال. وقد تحولت آلاف الهكتارات بطرق تكسير ومنع حركة الرمال السابق ذكرها إلى غابات جيدة.

(٤) تأسيس الأحزمة الخضراء Green belts : تعتبر الأحزمة الخضراء طريقة تقليدية لصيانة التربة والحماية من هجمات الكثبان الرملية، والجديد فيها هو التنفيذ الدقيق والناجح لها في المناطق التي تستحق عملها. وقد طبقت هذه الطريقة حول مدن كثيرة في العالم سواء في روسيا أو أمريكا وألمانيا وليبيا وأفغانستان وذلك لحماية المنشآت السكنية والترفيهية.

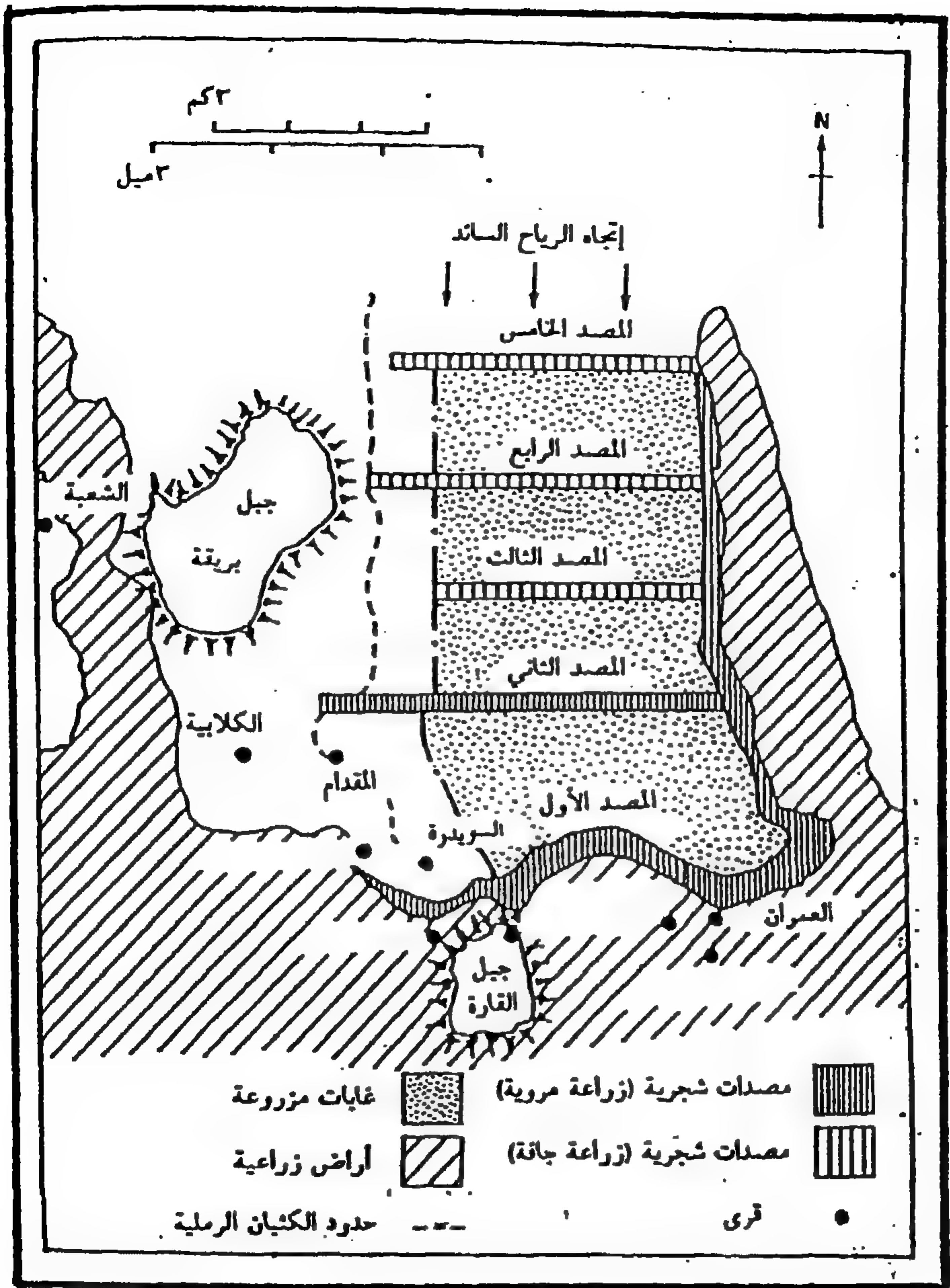
وقد أنشئ في وسط آسيا أحزمة خضراء في مناطق الطرق والسكك الحديدية، وقد امتدت أحزمة الوقاية لمسافة تزيد عن ٦٠٠ كم، وتغطي مساحة ١٤,٥ ألف هكتار، وكان قد حفر أخاديد وخنادق على جانبيها للحماية من زحف الرمال عليها (Shlikhter, 1986, 52).

ومن أشهر الأحزمة الخضراء ذلك الذي تم تنفيذه في منطقة الأحساء حيث بدأت وزارة الزراعة والمياه بالمملكة في دراسة المشروع عام ١٩٦٢، وأكملت عام ١٩٦٧ ثلاث خطوط دفاعية من الأشجار بعرض ٥٠-١٠٠ متر وبطول ٨ كم وزرع ٦ مليون شجرة، وزرع حزامين آخرين عام ١٩٧٥ بنظام الزراعة الجافة، والتي تعتمد على استعمال الرطوبة الأرضية في الكثبان نفسها، وتزرع عقل الأشجار فوق الكثبان نفسها وبدون تسوية، كما في شكل (٩٧) (الجبر، ٢٠٠٢، ص ٧١).

#### ثامناً: صيانة المراعى والنبات الطبيعي

تطبق في عملية صيانة المراعى بعض الخبرات على إدارة المراعى مثلما حدث في إستراليا والولايات المتحدة، حيث تسمح خطط إدارة المراعى باستخدام أراضي الرعى بكفاءة أعلى. ولكي تتم صيانة المراعى فإن هذا يتطلب صيانة المياه من أجل المراعى، لكي تستخدم في إطفاء الحرائق بأراضي المراعى، وتقليل الجريان السطحي المتسبب في نحت تربيات المراعى.

وهناك طرق أخرى لصيانة المراعى منها :



- ❖ تطبيق طرق المخصبات التجارية في المناطق ذات الاقتصاديات المحدودة.
- ❖ عمل حفر ومجارى طولية لتسهيل الجريان السطحي وزيادة فعالية الأمطار.
- ❖ إعادة التعمير عن طريق إدخال بعض النباتات الطبيعية الجديدة المختلفة عن الأنواع الأصلية التي تدهورت أو دمرت (Le Houérou, 2000, p.8) مثلما هو الحال في غرب آسيا وحوض البحر المتوسط.

ويمكن إنشاء الميسجات وذلك لتطوق المساحات الرعوية المتدهورة أو الحساسة التي تتعرض للتدهور لمنع التعدي عليها. وعلى سبيل المثال أسست المملكة العربية السعودية نحو ٥٥ ميسجاً، مساحاتها ما بين ٢٥٠-٨٧ ألف دونم، بعضها خصص كاحتياطي علفي يفتح للرعى في سنوات الجفاف (الشوربجي والشريف ١٩٩٤، ص ٤٧٨) بالإضافة إلى إنشاء مخازن الأعلاف لتخزين الأعلاف وتوزيعها وقت الحاجة إليها. ومن هنا يمكن تنظيم أعداد حيوانات الرعى، وبالتالي إيجاد أعلاف وتوفير مخزون غذائي يتناسب مع هذه الأعداد.

ومن أشهر المشروعات لحماية المراعى وتوطين البدو ومواجهة التصحر في البيئة العربية مشروع الحماد، وهو مشروع عربى مشترك، يقع فى حوض يعرف بحوض الحماد، ويتوزع على عدة دول هى الأردن والسعودية والعراق وسوريا، ومساحة المشروع نحو ١٦٧ ألف كم ٢، خطط له بحيث تقوم كل دولة بتنفيذ الجزء الواقع ضمن أراضيها من مشروع الحوض فى مختلف الجوانب مثل : تسوية الأرض، البحث والتنقيب عن مصادر المياه الجوفية، وبناء البرك الصحراوية، وإنشاء السدود على الأودية الجافة، وهذا المشروع يمثل مشروعاً لمواجهة التصحر بالإضافة إلى تنمية المجتمعات الصحراوية (عبد القادر وأبو على، ١٩٨٩، ص ٢١٣).

#### تاسعاً : تنمية المراعى :

تمثل إقامة العقوم لتجميع مياه الأمطار فى المواضع المنخفضة نسبياً هدفاً لتنمية قطاع اقتصادى يمتد على مساحة كبيرة فى المملكة وهو القطاع الرعى.

فعملية التحكم فى كميات الأمطار التى تسقط على الأرض وتنتشر بغرض الوصول إلى تشبع التربة بالمياه يعمل ذلك فى النهاية على زيادة الغطاء النباتى وإتاحة الفرصة لتعويض الغطاء الرعوى المتدهور بسبب الجفاف أو لأسباب أخرى بما يحتاجه من مياه، وهذا يساعد على استعادة الغطاء النباتى هيئته وكثافته، والتوسع فى نطاق الأراضى المتاحة للرعى.

### عاشراً : صيانة وتطوير النظام الزراعى

تمثل صيانة وتطوير النظم الزراعية جانباً من جوانب مواجهة مشكلة التصحر فى العالم، حيث تتم مراجعة مقدار الفاقد من التربة بالتذرية ومحاولة تقليل هذا المقدار إلى أدنى حد ممكن، ويتم ذلك عن طريق تقليل وإضعاف سرعة الرياح السطحية المؤثرة على التربة، وزيادة مقاومة المواد السطحية للتربة لعملية التذرية، ويتم طرق التحكم فى النحت بعمل طرق لها علاقة بالزراعة وذلك عن طريق تطبيق المركبات الكيماوية والتى يمكن لها أن تزيد من ثبات ومقاومة سطح الأرض لعمل الرياح، كما أن طرق الزراعة وفلاحة الأرض Tillage يمكن أن تقوم بالدورين معاً (Verstappen, 1983, p.354).

ويذكر هيدسون (Hudson, 1987, p.25) أن صيانة العملية الزراعية تتطلب التقنية الجديدة فى العملية الزراعية فهماً مبسطاً للتطبيق وأيدى عاملة قليلة أو رعوس أموال قليلة تعطى معدلات نجاح عالية، وبمعنى آخر تعطى عائداً مرتفعاً من الأرض، ومن هذه التقنيات :

- أ- التوقيت الزراعى ومعرفة أفضل وقت للعملية الزراعية. ب- الزراعة بالقش الواقى. ج- الزراعة فوق الشبكات التى تعلو عن الأرض. د- زراعة خطوط. هـ - اتباع دورات زراعية. و- الزراعة المختلطة والزراعة المحملة. ز- حرثة الأرض وتركها بدون زراعة. ح- للزراعة العميقة على عمق ١٥ سم حتى يسقط المطر بشكل يكفى للنمو النباتى.

ومن طرق تقليل التصحر ترك القش الناتج عن النبات فى موضعه على

السطح مما يغطي سطح التربة المتعطشة ولو جزئياً، وهذا يقلل من سرعة الرياح فوق التربة، ويحميها من الرياح التي تتصيد الحبيبات، بل يمكن أن يقوم القش بتصيد حبيبات تحملها الرياح (Verstappen, 1983, p.354).

### حادى عشر : تدبير الطاقة البديلة :

تعانى مناطق كثيرة من الأقاليم الجافة والقاحلة من النقص فى مصادر الطاقة، حيث تقل أو تندر المجارى النهرية دائمة الجريان التى يمكن الاعتماد عليها لتوليد الطاقة الكهرومائية، كما أنه تقل الغابات وتكاد تختفى حتى يصبح استغلالها منظماً لأغراض الطاقة، وقد يقل أو ينعدم البترول والغاز الطبيعى مما يؤدى بالسكان إلى قطع الأشجار القليلة النادرة من أنواع الأكاسيا والشجيرات المختلفة لاستخدامها فى أغراض الطاقة، وهذا يؤدى إلى سرعة تدمير وتدهور النبات الطبيعى.

لذا يمكن من خلال خطط التنمية القومية فى الدول التى تقع فى النطاق الجاف والقاحل أو يقع جزء منها به أن تزود السكان بالطاقة من مصادر أخرى لتلبية احتياجاتهم، وذلك عن طريق طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة النووية.

فالطاقة المولدة بفعل الرياح تتم من خلال إنشاء محطات يتم فيها تركيب دوارات للرياح يحركها الهواء وتنتقل الحركة وتحول إلى طاقة كهربائية، وهذا يحتاج لمستوى تقنية وتنمية والمحافظة عليهما، ومن أشهر المواقع التى تولد منها الكهرباء من طاقة الرياح تلك التى أسست فى منطقة شرق العوينات فى مصر.

أما المصدر الثانى للطاقة البديلة عن قطع الأشجار والشجيرات فهى الطاقة الشمسية، حيث يتم بناء ترموستات ومسطحات مستقبلية للأشعة الشمسية، وتحول هذه الأشعة إلى طاقة تخزن فى بطاريات نهاراً وتدفع عبر الأسلاك للاستهلاك ليلاً سواء للأغراض المعيشية المنزلية والصناعية وتدفئة المياه، وتجفيف الفواكه والخضروات، وأعمال الطبخ وقلى الطعام أو تحلية المياه حيث نفذ العديد من هذه المحطات (Mann, 1986).

وعامة تمثل الطاقة الشمسية طاقة رخيصة ونظيفة ومتوافرة بكميات كبيرة،

ومتاحة للدول الواقعة على خطوط عرض واحدة بالتساوى، وأنها تمثل طاقة دائمة ومتجددة، يمكن استخدامها لتجنيب البيئات الهشة والمتدهورة أسباب التدهور بسبب التحطيب. وقد تم إنشاء محطات عديدة للطاقة الشمسية في العالم، في تركمانستان وفي مصر وغيرها.

## المراجع العربية والأجنبية

### ١- المراجع العربية :

- ١- إدارة الدراسات والتخطيط والإحصاء (٢٠٠٥) السلاسل الزمنية للإحصاءات الزراعية في المملكة العربية السعودية خلال ثلاثة عقود (١٩٧١-٢٠٠٤) وزارة الزراعة، وكالة الوزارة لشئون الأبحاث والتنمية الزراعية، الرياض.
- ٢- اكساد (١٩٨٩) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، حلقة العمل حول استراتيجية تطوير الموارد المائية تحت ظروف الجفاف، إدارة الدراسات المائية، دمشق، ١٩٩٠.
- ٣- بترجي، عادل عبد الجليل (١٩٩٢) المياه حرب المستقبل، المملكة العربية السعودية، جدة.
- ٤- البراك، سعد بن عبد الله (١٩٩٣) خصائص أراضي الأحساء الزراعية، الطبعة الأولى.
- ٥- بلبع، عبد المنعم ونسيم، ماهر جوجي (١٩٩٩) تصحر الأراضي، مشكلة عربية وعالمية، منشأة المعارف بالإسكندرية، الطبعة الثالثة، ابريل.
- ٦- بلبع، عبد المنعم، وعطاء، السيد خليل (١٩٩٧) الماء : مآزق، ومواجهات، منشأة المعارف، الإسكندرية.
- ٧- بنت، جون، ج (٢٠٠٣) الكهوف الصحراوية في المملكة العربية السعودية، هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، الرياض.
- ٨- بوستيل، ساندرا (١٩٩٢) مياه الزراعة : التصدي للقيود، ترجمة محمد صابر، معهد مراقبة البيئة العالمية وثيقة ٩٣، الدار الدولية للنشر والتوزيع.
- ٩- تاج الدين، صلاح بن سعد (١٩٨٩) إمكانيات تنمية المراعي الطبيعية في شمال المملكة العربية السعودية، ندوة : حلقة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١-٢٣ نوفمبر.
- ١٠- التركماني، جودة فتحى (١٩٩٢)، موارد المياه في السودان واستخداماتها البشرية، مجلة بحوث كلية الآداب - جامعة المنوفية، العدد الثامن، يناير ص ص ١٨٣-٢٣٠.
- ١١- التركماني، جودة فتحى (١٩٩٤) الأشكال الأرضية شرق صفراء الوشم والمشكلات البيئية التي تتعرض لها، ندوة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : الواقع والتطبيق، الجزء الاول، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢ - ٤ أكتوبر.
- ١٢- التركماني، جودة فتحى (١٩٩٦) منطقة الحمادة بالمملكة العربية السعودية : دراسة في جيومورفولوجية الصحاري، رسائل جغرافية، رقم ١٨٨، الجمعية الجغرافية الكويتية.
- ١٣- التركماني، جودة فتحى (١٩٩٨)، الإمكانيات الطبيعية لتنمية منطقتي شرق الجلف الكبير ودرب الأربعين، ندوة : نحو خريطة جغرافية جديدة للمعمور المصري، الجمعية الجغرافية المصرية، ١٥-١٦ ابريل، القاهرة.

- ١٤- التركمانى، جودة فتحى (١٩٩٩) جيومورفولوجية منطقة توشكى وإمكانات التنمية، سلسلة بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الرابع، ٢١٨ صفحة.
- ١٥- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠١) الجغرافيا العامة أصول ومبادئ، دار الثقافة العربية، القاهرة.
- ١٦- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٢) جغرافية الأخطار والكوارث الطبيعية، دار الثقافة العربية، القاهرة.
- ١٧- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٣) جغرافية الأراضي الجافة والتصحر، دار الثقافة العربية، القاهرة.
- ١٨- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٥) أسس الجغرافيا الحيوية والتربة، الطبعة الأولى، جدة، الدار السعودية للنشر والتوزيع.
- ١٩- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٥) جغرافية الموارد المائية : دراسة معاصرة فى الأسس والتطبيق، الطبعة الأولى، الدار السعودية للنشر والتوزيع، جدة.
- ٢٠- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٦) أسس الجغرافيا البيئية : دراسة معاصرة، الطبعة الأولى، القاهرة، دار الثقافة العربية.
- ٢١- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٦) الثقافة العلمية من منظور جغرافى، الدار السعودية للنشر والتوزيع، جدة.
- ٢٢- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٩) جغرافية الأراضي الجافة والتصحر، الطبعة الثانية، دار الثقافة العامة، القاهرة.
- ٢٣- الجبر، محمد عبد اللطيف (٢٠٠٢) الوضع الزراعى فى واحة الأحساء، عرض للتنمية، الطبعة الأولى.
- ٢٤- الجميلى، مشعل محمود فياض (٢٠٠٢) وادى درنة فى صحراء الجماهيرية الليبية : دراسة هايدرومورفومترية، جامعة الأنبار (تحت الطبع) ١٩ صفحة.
- ٢٥- الجهاز المصرى الفنى لمياه النيل، تصرفات النيل فى المحطات المختلفة، وزارة السرى، الجيزة، بيانات غير منشورة.
- ٢٦- الحمدان، عبد الله الفضل (١٣٩٦هـ)، تكوين الصحارى، الندوة العلمية عن الصحراء : أخطارها وإمكانية استغلالها، الجمعية السعودية لعلوم الحياة، جامعة الرياض، المملكة العربية السعودية، ص ص ٥-٢٦.
- ٢٧- الزعاري، أسامة عبدالله (١٩٩٥) موارد المياه السطحية فى حوض وادى الوالا، رسالة ماجستير مقدمة إلى الجامعة الأردنية، غير منشورة.
- ٢٨- الزوكة، محمد خميس (١٩٧٤) مصادر المياه والنشاط الاقتصادى فى منطقة القصر، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد السابع، السنة السابعة،

القاهرة.

- ٢٩- السعد، فيصل عبدالله، ماء الري وإنتاج المحاصيل في المملكة العربية السعودية، شركة الطباعة العربية للسعودية، العبيكان، الرياض.
- ٣٠- السقا، عبد الحفيظ (١٩٩٨) الجغرافيا الطبيعية للمملكة العربية السعودية، جدة، مكتبة كنوز المعرفة.
- ٣١- الشريف، عبده قاسم (١٩٨٩)، دور وزارة الزراعة والمياه في تنمية وإعمار الصحراء في المملكة العربية السعودية، حلقة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١ - ٢٣ نوفمبر.
- ٣٢- شطا، عبده على (١٩٩٤) المياه ومستقبل المناطق القاحلة والدروس والمستفادة من بعض دول العالم العربي، ندوة الدراسات الصحراوية : الواقع والتطبيق، الجزء الأول، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، الرياض.
- ٣٣- شعث، بسام أحمد (١٩٨٩) دراسة تأثير زحف الرمال على المناطق الترفيهية بواحة الأحساء، حلقة : الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١ - ٢٣ نوفمبر، الرياض.
- ٣٤- الشمراني، صالح على عبد الرحمن (١٩٩٤) وسائل حفظ التربة من الانجراف في إقليم السراة جنوب غربي المملكة العربية السعودية، ندوة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : الواقع والتطبيق، الجزء الأول، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢ - ٤ أكتوبر.
- ٣٥- الشوربجي، مصطفى أحمد والشريف، عبده قاسم (١٩٩٤) ندوة دراسات الصحراء بالمملكة العربية السعودية : الواقع والتطبيق، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، الفترة من ٢-٤ أكتوبر.
- ٣٦- الطاهر، عبد الله أحمد سعد (١٩٩٩)، الأحساء دراسة جغرافية، الطبعة الأولى.
- ٣٧- الطخيس، على بن سعد (١٩٩٣) التصحر وتجربة وزارة الزراعة والمياه في مكافحته ومعالجة آثاره، ورقة عمل مقدمة لندوة التصحر واستصلاح الأراضي في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، البحرين، ٢٤ - ٢٧ نوفمبر.
- ٣٨- طلبة، شحاته سيد أحمد (٢٠٠٢)، مناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية، دراسة علمية محكمة، نادي المدينة، المنورة الأدبي، الطبعة الأولى.
- ٣٩- عبد الرحمن، سمير محمد حسن (١٩٩٧)، بعض ملامح الموارد الطبيعية والأرضية لشلاتين وأبو رماد وحلايب، ندوة التنمية الزراعية لمنطقة جنوب الوادي: آفاق التخطيط

وتحديات التنفيذ، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، مركز بحوث الصحراء، ص ص ٦١ - ٧٠.

٤٠- عبد الفتاح، محمود (٢٠١٠) مناخ شرقى دلتا النيل وآثاره البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة، غير منشورة.

٤١- عبد القادر، حسن وأبو علي، منصور حمدي (١٩٨٩) الأساس الجغرافى للتصحّر، دار الشرق للنشر والتوزيع عمان، الأردن.

٤٢- عثمان ، مصطفى توري (١٩٨٣) الماء ومسيرة التنمية في المملكة العربية السعودية، جدة.

٤٣- عياد، محمد عبد الجواد، والضريّر، سلامة محمد (١٩٩٤) الحفاظ على الأراضي الحدية، ندوة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : الواقع والتطبيق، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، الرياض، الجزء الأول ٢-٤ أكتوبر، ص ص ١٤١-١٧١.

٤٤- فايد، يوسف عبد المجيد (١٩٨٥) ماذا بعد الجفاف في افريقية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد العشرون، السنة العشرون.

٤٥- القين، عبد البر بن عبد الله (١٩٨٩) الجفاف في المملكة العربية السعودية، حلقة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١ - ٢٣ نوفمبر.

٤٦- الكيالى، لمياء فوزى (١٩٦٦)، السكان وموارد المياه فى ليبيا، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة القاهرة، الجزء الأول.

٤٧- المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة (١٤١٩هـ) التقرير السنوى ، سنوات مختلفة، الرياض.

٤٨- محسوب، محمد صبرى، والتركمانى ، جودة فتحى (٢٠٠٠)، الموارد الاقتصادية : دراسة جغرافية ، مكتبة الشباب، القاهرة.

٤٩- محمد، حسن إلياس (١٩٨٩) مشروع سد بيشة : دراسة حول الأثر الطبوغرافى والهيدرولىكى لاستغلال مياه السيول فى التنمية الزراعية والأعمار، حلقة : الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١ - ٢٣ نوفمبر، الرياض.

٥٠- محمد، حسن إلياس (١٩٨٩) مشروع سد بيشة، ندوة : حلقة الدراسات الصحراوية فى المملكة العربية السعودية، مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١-٢٣ نوفمبر.

- ٥١- محمد، محمد أبو العلا (١٩٩٢) الجفاف وأثره على البيئة والإنسان في نطاق الساحل بافريقية، معهد البحوث والدراسات العربية، سلسلة الدراسات الخاصة رقم ٥٦، القاهرة.
- ٥٢- محمد بن محمود (١٩٨٩) النمط الكمي والزمني لأمطار الرياض، حلقة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١-٢٣ نوفمبر، الرياض.
- ٥٣- مصلحة الإحصاء العامة (١٩٩٠، ٢٠٠٠)، الكتاب الإحصائي السنوي، وزارة المالية والاقتصاد الوطني، العدد السابع والعشرون والعدد السادس والثلاثون، المملكة العربية السعودية.
- ٥٤- مصلحة الإحصاءات العامة، الكتاب الإحصائي السنوي، وزارة الاقتصاد والوطنى، أعداد مختلفة، المملكة العربية السعودية.
- ٥٥- النافع، عبد اللطيف حمود (١٩٩٨) الأقاليم الجغرافية النباتية في شبه الجزيرة العربية، رسائل جغرافية، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، عدد ٢٢٣ ديسمبر.
- ٥٦- الهيئة العامة للإرصاد وحماية البيئة (٢٠٠٢) تقرير مراقبة الجو، المركز الوطنى للأرصاد والبيئة، المركز الإقليمى لمراقبة الجفاف والإنذار المبكر، الإصدار العاشر، الرياض.
- ٥٧- الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية (١٩٩٤)، سيول نوفمبر ١٩٩٤، رقم ٢ محافظة البحر الأحمر، وزارة الصناعة والثروة المعدنية.
- ٥٨- والطون، كينث (١٩٧٨)، الأراضي الجافة، ترجمة على عيد الوهاب شاهين، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان.
- ٥٩- وزارة الاقتصاد والتخطيط (٢٠٠٤)، الكتاب الإحصائي السنوي، مصلحة الإحصاءات العامة، العدد الأربعون، الرياض.
- ٦٠- وزارة الزراعة (٢٠٠٥) الكتاب الإحصائي الزراعى السنوى على مستوى المديريات العامة لشئون الزراعة بالمناطق، وكالة الوزارة لشئون الأبحاث والتنمية الزراعية، إدارة الدراسات والتخطيط والإحصاء، المملكة العربية السعودية، الرياض.
- ٦١- وزارة الزراعة والمياه (١٤٠٤هـ) الواحة الزراعية، مجلة دورية، هيئة إدارة وتشغيل مشروع الري والصرف، السنة ١٦، العدد ٣ ، ٤ .
- ٦٢- الوليعى، عبد الله ناصر (١٩٩٧) الجغرافيا الحيوية للمملكة العربية السعودية، الطبعة الثانية، الرياض.

٢- المراجع الأجنبية :

- 63- Al-Ajmi, D. et al. (1993), Impact of the Gulf War and Related activities of Kuewait's Desert Environment with Emphasis on Eolian Processes, Desertification and Land reclamation in TheG.C.C. Countries, Arabian Gulf University, Bahrain, 22-25 November. pp.1-32.
- 64- Al-Ajmi, D. et al. (1994) Strategy of Mobile sand Control in Kuwait, Symposium on Desert Studies in The Kingdom of Saudi Arabia "Extant & Implementation" English Section, vol.3, pp.137-151.
- 65- Al-Jaloud, A.A. & Hussain, G. (1994), Management Alternative to Minimiz Desertification in Saudi Arabia in Symposium on Desert Studies, vol.3, pp. 29-48.
- 66- Bader, T.A. (1994), Hazards of Sand Drifting in Saudi Arabia, Symposium on Sesert Studies in the King of Saudi Arabia, vol.3, 2-3 Oct., pp.113-135.
- 67- Bagnold, B.R.A. (1951), Sand Formations in Southern Arabia, Geogr, Jour., Vol. CXVII, Part 1, March, pp. 78-85.
- 68- Beadnell. H.J.L.(1911). The Sand-Dunes of the Libyan Desert. Geogr, Jour., pp. 379-395.
- 69- Biswas, M.R. & Bisswas, A.K. (1980),Desertification, Pergamon Press, Oxford.
- 70- Blackwelder, E. (1933). Lake manly: An Extinct Lake of Death Valley, Geogr. Review. pp.464-471.
- 71- Boyce, R.R. (1982), Geographic Perspectives on Global Problems : An Introduction to Geography, John Wiley & Sons, New York.
- 72- Brurton, J. et al. (1993) The Environment as Hazard, Second ed., The Guilford Press, New York.
- 73- Bryan, K. & La Rue, EC. (1927), Persistence of Features in An Arid Landscape: The Navajo Rwins, Utah, Geogr. Review, pp. 251-257.
- 74- Bryant, E. (1991) Natural Hazards, Cambridge University Press, Sydney.
- 75- Buckley, R. (1985). Development in the Central Australian And Zone Current Assessment, Journal of Arid Environments, 8, pp.173-189.
- 76- Carbognin L. (1985) Land Subsidence : A Worldwide Environmental Hazard, Nature and Resouces, Unesco, Vol. XXL, No.1, Janu-March.
- 77- Chapman. R. (1971), Climatic Changes and the Evolution of Landforms in The Eastern Province of Suadi Arabia, Geol. Soc. Am. Bull., Vol. 82, pp.2713-2728.

- 78- Chaudhary. Sb. et al. (1994) Understanding Desertification in Saudi Arabia, Symposium on Desert Studies in the Kingdom of Saudi Arabia "Extent & Implementation' English Section, Vol.3, 2-3 Oct. pp.9-28.
- 79- Chu, Ch.Co. (1926), Climatic Pulsations During Historic Time in China, Geogr. Review, pp. 214-282.
- 80- Clapp. F.G. (1926); In "The North West of Australia" "Geogr. Review, pp.206-230.
- 81- Coates. D.R.Environmental Geomorphology Perspectives, in : Frazier. i.W. (ed), Applied Geography, Selected Perspectives, Prentice-Hall, pp.139-169.
- 82- Council For Agricultural Science And Technology (2009), Water, People, and The Future : Water Availability The Future: Water Availability For Agriculture in The United States, CAST, Issue Paper, N.44.
- 83- De Martonne, E. (1927), Regions of Interior —Basin Drainage, Geogr. Review, pp. 397-414.
- 84- Development (1986), Water Resources of The World, Special Issue, June, pp. 33-36.
- 85- Dixey. F. (1966) Water Supply, Use and Management, in Hills, ES. et al.. Arid Lands. UNESCO, Paris.
- 86- Dregne, H.E. & Tucker, C.J.(1988) "Desert Encroachment", Desertification Control Bulletin. United Nations Environment, No.16, pp.16-19.
- 87- Dregne, HE. (1986) "Magnitude and Spread of the Desertification Process", in UNEP Arid Lands Development and the Combat Against Desertification An Integrated Approach, USSR Commission for UNEP, Moscow, pp. 10-16.
- 88- Eldridge. Di. & Squires V.K.. (2002), Estimating Pastoral productivity of semiarid Rangeland in Northern Shaani Province, China, Using an Environmental Resources Assessment and Management, Arid Land Research and Management, Vol.16, No.1, pp.37-45.
- 89- El-Etr, H. et al. (1994) Application of the Remote Sensing Techniques and Gis in A study of The Effect of Geology of the Roads Network in The United Arab Emirates, in Symposium on Desert Studies in the Kingdom of Saudi Arabia "Extant and Implementation" English Section, Vol.3. pp.497-509.
- 90- Embabi, N.S. (1998) Sand Seas of the Western Desert of Egypt Quaternary Desert and Climatic Change Rotterdam, pp. 495-509.

- 91- FAO (1984) Agro climatology.
- 92- FAO. (1970), Final Report on The Results Obtained at the Qatif Experimental Farm, Mush, Vol.1, Main Report.
- 93- Faraggitaki. MA. (1985), Desertification by Overgrazing in Greece: The Case of Iasvos Island, Jour. Of Arid Environments Vol.9, No.3, pp.287-242.
- 94- Freise. P.W. (1938), The Drought Region of Northeastern Brazil, The Geogr. Review, pp. 363-378.
- 95- Fuentes. ER & Compusano C., (1985). Pest outbreaks and Rainfall in Semi-Arid region of Chile, Jour. of Arid Environments, Vol.8, pp.67.
- 96- Fuller, M.L. (1922) Some Usual Erosion Features in The Loess of China, Geogr. Review, Vol.XII, pp.570-583.
- 97- Furon, R., The problem of Water: A world Study, Faber and Faber LTD. London.
- 98- Gasperetti, D.L. et al. (1985), "The Carnivora of Arabia", in : Buttrker, W. & Krupp, F. editors, fauna of Saudi Arabia, vol.7, Natural History Museum, Basle.
- 99- Gautier, E.F. (1926). The Ahggar Heart of the Sahara, Geogr. Review, Vol. XVI, pp. 378-394.
- 100- Gishler, C.E. (1976) "Hydrology of the Sahara" in : Can Desert Encroachment Be Stopped? Ecological Bulletins, No.24.
- 101- Glantz, M. H. Desertification, Westview Press, Boulder, Colorado.
- 102- Glantz, M. (1987) "African Drought and its impact : revived interest in a recurrent phenomenon" Desertification Control Bulletin, No.14.
- 103- Goudie, A. S. (1978), Dust Storms and their Geomorphological implications, Jour. Of Arid Environments. No.1, pp. 291-310.
- 104- Gregory. J.W. (1915), Deserts, Scottish Geogr. Mag.
- 105- Guibaut, A. (1944), Exploration in the Upper tung Basin, Chinese-Tibetan Borderland, Geogr. Review. pp.387-404.
- 106- Gurjar, R.K. & Jat, B.C. (2008), Geography of Water Resources, Rawat Publications, New Delhi.
- 107- Heath Cote, R.L. (1980). Perception of Desertification on the Southern Great Plains: A Preliminary Enquiry in : Heathcote, R.L, Perception of Desertification, UNEP, No.190, United Nations University, TOKYO, Japan, pp. 34-59. .
- 108- Hemida. I.M. (1970), "The Nubian Artesian Basin", The Journal of Hydrogeology. Durham, Vol.9, No.2.
- 109- Higgins, G.M. et al. (1974), The Sands of thal: Wind regimes and Sand Ridges Formations, Z. Geomorpholo. N.F., I.8, 3 Sept., pp. 272-290.

- 110- Hils, E.S. et al. (1966), Geomorphology, In: Arid Lands, UNESCO, Paris, pp.53-76.
- 111- Hodges, C.N. et al. ( ?) Plastic Oases for Arid Seashores, in.: Coastal Deserts : Their Natural and Human Environments, Amiran, D.H.K. & Wilson, A.W., The University of Arizona Press, Tuscon, Arizona, pp. 55-61.
- 112- Holechek, et al. (2000), Natural Resources, Ecology, Economic, and Policy, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.
- 113- Hudson. NW. (1987). Soil and Water Conservation in semi-arid areas. FAO. Soils Bulletin. No.57.
- 114- Hudson. NW. (1987). Soil and Water Conservation in semi-arid areas. FAO. Soils Bulletin. No.57.
- 115- Jamis, P.E. (1926), Iquique and the Atacama Desert, Scottish Geographical Magazine.
- 116- Karrar. G. & Štíles D, (1984), The Global Status and Trend of Desertification Jour. Of Arid Environments, Vol.7, pp. 309-312.
- 117- Keller, E. A. & Bldogett, R.H. (2008) Natural Hazards, 2nd ed., Prentice Hall, U.S.A.
- 118- Kerr, R.C. & Nigra, 1.0(1951), Analysis of Eolian Sand Control, Arabian American Oil Company. New York, August.
- 119- King, H. Harding, (1918), Study of A dune Belt, Geogr. Review, Vol. LV, No.1, pp. 16-33,
- 120- Kovda, V.A. (1980) Land Aridizations and Drought Control, Westview press, Boulder, Colorado, U.S.A.
- 121- Kumm, K.W. (1911), From Hausaland to Egypt, Scottish Geogr. Mag., Vol. XXVII, pp. 225-242.
- 122- Lamprey, HF. (1988) Report on the Desert Encroachment Reconnaissance in Northan Sudan 21 October to 10 November 1975, UNE, P. Desertification Control Bull. No.17, pp.1-7.
- 123- Le Houérou, H.N., (1976) "Can Diesetization Be Helted?", in FAO Conservation in Arid and Semi-Md Zones, MO Conservation Guide; No.3, Rome.
- 124- Le Houérou (2002) Man-Made Deserts : Diesetization Processes and Threats, Arid Land Research and Management. Vol. 16, No.1, pp. 1-36.
- 125- Le Houérou, FIN. (1992), Climatic Change and Decartelization, Environment and Development, Impact, No.166, p.183-201.
- 126- Le Houérou, H.N. (2000) Restoration and Rehabilitation of Arid and Semi- arid Mediterranean Ecosystems in North African And West

- Asia A Review, Arid Soil Research and Rehabilitation, Vol. 14, No.1, pp. 3-14.
- 127- Le Houérou, H.N., (1976) "Can Dieselization Be Halted?", in FAO Conservation in Arid and Semi-Arid Zones, MO Conservation Guide; No.3, Rome.
  - 128- Le Houérou, H.N., (1977) "The Nature and Causes of Desertization in Glantz, M.H., ed., Desertification Environmental Degradation and Around Arid Lands, Westview Press, Boulder, Colorado, p. 17-38.
  - 129- Ledden, F.V. (1975) Water Resources of the World, Selected Statistics, New York.
  - 130- Mabboutt, J.A., (1986), Desertification in Australia. in: UNEP, Arid Land Development and Compact Against the Desertification : An Integrated Approach Moscow, pp. 101-109.
  - 131- Mabbutt, J.A. & Floret C. (ed.) (1980) Desertification in the oghlat Nerteba Region. Tunisia, in UNEP, Unesco, Case Studies On Desertification, Paper No.I, United Kingdom, pp.1-47.
  - 132- Macdougall, D.T. (1912), Some physical and Biological features of North American Deserts. The Scottish Geogr. Mag., pp. 450-456.
  - 133- Madigan, C.T. (1936). The Australian sand-Ridge Deserts , Geogr. Review, Vol.XXVIII, pp. 205-227.
  - 134- Manaenkov, A.S. (1996), Agriculture use of sand lands in the Arid zone of southeastern Russia, problems of Desert Development, No.5, pp. 53-56.
  - 135- Mandel, Sh. (1977), The Overexploitation of Groundwater Resources in Dry Regions, in : Mandlak, Y. & Singer, S.F., Arid Zone Development : Potentialities and Problems, Ballinger Publishing Company, Cambridge.
  - 136- Mann, H.S. (1986). Arid Land Development in South Asia, in: Arid land Development and The Combat Against Desertification : An Integrated Approach, Moscow, pp. 84-87.
  - 137- Margate, I. & Sad, K.F. (1984), "Deep-Lying Aquifers: Water Mines Under The Desert, UNESCO. Nature and Resources, Vol.XX, No.2, April-June.
  - 138- Marsh, W.M. & Grossa, JR., (1996), Environmental Geography; Science, Land use, and Earth Systems, John Wiley & Sons, New York.
  - 139- Mashady, A.S. et al. (1986) Soil Resources and Land Potential For Al-Qasseem Region, King Saudi University, College of Agriculture, Saudi Arabia.
  - 140- Mashbitz, Va. G. (1986). Arid Land Development in Latin America.
  - 141- McKay, G.A. (1978), Uncertainties in the physical world, in : Mohtadi,

- M.F. (ed.) *Uncertainties in The Physical World*, Pergamon Press, Oxford.
- 142- Millington. A. (1999). Desertification in : Pacione, M., *Applied Geography: Principles and practice*.
  - 143- Ministry of Agriculture & Water (1968). Qatif Agriculture Improvement Scheme, First Section, General Report. Ital Consult, Rome.
  - 144- Mortimore, M. (1987). "Shifting Sands and Human Sorrow" : Social Response to Drought and Desertification, *Desertification Control Bulletin*, N. 14, Dec.
  - 145- Oliver, I.E. (1981), *Climatology Selected Applications*, Edward Arnold, London.
  - 146- Petrov. MR (1976), *Desert of the World*, John Wiley & sons, New York.
  - 147- Qari, M.Y & Shehata, W.M, (1994), Evidences of Desertification in the Western Region of Saudi Arabia, A Remote Sensing Approach, *Symposium on Desert Studies in the King of Saudi Arabia "Extant and Implementation"* English Section, Vol. 3, pp. 459-465. 2-3 Oct.
  - 148- Saxena. H.M. (1999), *Environmental Geography*, Rawat Publications, Jaipur and New Delhi.
  - 149- Sdasyuk, G.V. (1986), Desertification in India and problems of Integrated Regional Development. in: *Arid land Development and the Combat Against Desertification : An Integrated Approach*, Mosco. pp. 87-92
  - 150- Seddom, P.J. et al (1994) Measuring the Impact of Camel Grazing on the Recovery of steppe vegetation The Conflicts between pastoralists and The Conservation of Endangered Wildlife in *Symposium on Desert Studies in the King of Saudi Arabia "Extant of Implementation"* English Section. Vol. 3, pp. 49-57.
  - 151- Shaw, Ch. F. (1929), *Erosion Pavement*, *Geog. Review*, pp. 638-641.
  - 152- Sheridan, D.A (1986), Problems of Desertification of the United States. In: *UNEP. Arid Land Development and the combat against the Desertification An Integrated Approach Moscow*, pp. 96-100.
  - 153- Shlikhter, SB. (1986), The Rote of Basic Infrastructure in Integrated Development ot' Arid Regions in *UNEP, Arid Land Development and The Combat Against Desertification An Integrated Approach. Moscow*. pp,48-
  - 154- Silver, J. (2008) *Global Warming & Climate Change*, McGraw Hill,

New York.

- 155- Skyes. G. (1927) The Camino Del Diablo: with Notes on a Journey in 1925, Geogr. Review, pp.62-74.
- 156- Smith, K. & Petley, D.N. (2009) Environmental Hazards : Assessing risks and reducing disaster 5th ed., Routledge, London.
- 157- Smith. B. & Warke, P. (1997), Controls and Uncertainties in the Weathering Environment, in Thomas. D.S.G. (ed), Arid Zone Geomorphology, Second ed., John Wiley & Sons, New York.
- 158- Smith. K, (2001), Environmental Hazards; Assessing risk and reducing disaster, third edition, Routledge is an imprint of Taylor & Francis Group, London.
- 159- Soliman M.M. et al. (1998) Environmental Hydrogeology, Lewis Publishers, Boston.
- 160- Sykes. G. (1926), The Delta and Estuary of the Colorado River, Geogr. Review, pp. 232-255.
- 161- Taylor. G.(1933), The Soils of Australia in Relation to Topography and Climate, Geogr. Review, pp. 108-113,
- 162- Tennekoon, M.U.A. (1980). Desertification in the Dry Zone of Sri Lanka, in : Heathcoat R.L., Perception of Desertification, UNEP, No.190, United Nations University. Tokyo, Japan, pp.4-34.
- 163- Thomas, D.S.G. (1997) ed., Arid zone Geomorphology, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, pp.373-413.
- 164- Thomas. D.S.G, (1991), Sand seas and eolian bed forms, in: Thomas, D.S. (ed), Arid Zone Geomorphology. Second edition, John Wiley & Sons, New York, pp.373-413.
- 165- Thompson, J.D. (1977) Ocean Deserts and Ocean Oases, in : Glantz, M.H., Desertification, Westview Press, Boulder, Colorado.
- 166- Tivy. T, (1993), Biogeography. A study of plants in the Ecosphere, Third Edition, Longman. New York.
- 167- Transactions in Arizona (2008), Agriculture Water to Municipal Use, The Legal and Institutional context for voluntary, December 15.
- 168- Troll. K. (1929), An Expedition to the Central Andes, 1926 to 1928, Geogr. Review. pp.234-246
- 169- United Nations Conference on Desertification, (1977). Desertification: Its Causes and Consequences, Nairobi, Kenya, 29 August to 9 Sept., Pergamon Press, Paris.
- 170- Valle, H.F., Del et al. (1998), Status of Desertification in Patagonian Research and Rehabilitation, Vol. 12, No.2. April-June, pp.95-122.
- 171- Verstappen, H. (1983), Applied Geomorphology, Elsevier, Amsterdam.
- 172- Vogg, R. & Wehmeier, E. (1985), Arid Environment and Land

- Classification of South Valley, Toshka (Western Desert, Egypt), Jour. Of Arid Environment. Vol.9, pp.1-12.
- 173- Wallen, C.C (1966). Arid Zone Meteorology, in Hills, E.S. (ed.) Arid lands A geographical Appraisal. UNESCO, Paris, pp.31-50.
- 174- Wilson. L.G. (1973), Ergs, Sedimentary Geology. 10, pp. 77-106.
- 175- Young. A. (1998) Land Resources Now and for the future. Cambridge University Press.
- 176- Young. A. (1998) Land Resources Now and for the Future. Cambridge University Press.
- 177- Zonn. I.S. (1986), Land use and Water Resources of Arid Areas in UNEP. Arid Land Development and the Combat Against Desertification. An Integrated Approach, Moscow, pp. 23-33.

### ٣- المصادر الخرائطية :

- ١٧٨- أطلس وزارة التعليم العالي ، السعودية ١٩٩٩.
- ١٧٩- خرائط :
- ٥٠٠٠٠/١ للمنطقة الوسطى (الرياض والقصيم) المملكة العربية السعودية، سنوات مختلفة.
  - ١٠٠٠٠٠/١ منطقة الأحساء، وزارة الشؤون البلدية والقروية، الإدارة العامة للمساحة والسجل العقاري.
  - ٢٥٠٠٠٠/١ مناطق متفرقة للمملكة العربية السعودية.
- ١٨٠- وزارة البترول والثروة المعدنية، خرائط : الغاط غرب لوحة رقم ٢٢ - ٤٤٢٦، الزلفى لوحة رقم ٢١ - ٤٤٢٦، آبار الجرثامة لوحة رقم ١٣ - ٤٩٢٦، دهيماء لوحة رقم ١٢ - ٤٣٢٥، غرب الدمام لوحة رقم ٢١ - ٤٩٢٦، القطيف لوحة رقم ١٢ - ٤٩٢٦، المذنب لوحة رقم ٤٤ - ٤٤٢٦، مقياس ١/ ٥٠٠٠٠، ولوحة صبينا رقم NE9-38 مقياس ١/ ٢٥٠٠٠٠.
- ١٨١- وزارة الشؤون البلدية والقروية، الإدارة العامة للمساحة والسجل العقاري، مشروع ١٠٧ لوحة رقم ٤٦ ، ٤٧، مقياس ١/ ١٠٠٠٠٠.
- 182- Collins World Atlas (2008) First Pubished, Harper Collins Publishers Ltd, London.
- 183- Google Earth
- 184- Rand McNally (1980) World Atlas, Quick Reference Chicago.

#### ٤ - مراجع من الشبكة العنكبوتية

- 185- [http://en.wikipedia.org/wiki/Climate\\_Of\\_India](http://en.wikipedia.org/wiki/Climate_Of_India).
- 186- [http://G/Prof\\_Gouda\ChadClimate-GrpahN'Djamena-WeatherOnline.htm](http://G/Prof_Gouda\ChadClimate-GrpahN'Djamena-WeatherOnline.htm). (c)WeatherOnline.Ltd.1999-2010.
- 187- <http://www.climatetemp.info/graph/wetheronline.htm.co.uk>,199-2010.
- 188- <http://www.watherbase.com/warher/region.hph3?refer>.
- 189- <http://www.weatherbase.com/search/search.php3?refer=&query=Ahmadabad>.
- 190- <http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=74624&refer=&units=metric>.

## فهرس الموضوعات

الصفحة	
٣	مقدمة
٣٢-٥	الفصل الأول : الأراضى الجافة : التعريفات والأسباب.
٥٥-٣٣	الفصل الثانى : أسس تحديد وتصنيف الجفاف وتطبيقاتها.
٧٨-٥٧	الفصل الثالث أنواع الجفاف.
١١٩-٧٩	الفصل الرابع : التوزيع الجغرافى للمناطق الجافة والقاحلة . Dry & arid
١٧٠-١١٩	الفصل الخامس : الأشكال الجيومورفولوجية فى الأقاليم الجافة والقاحلة (dry & aird).
١٩٦-١٧١	الفصل السادس : سمات مناخ الأراضى الجافة والقاحلة.
٢٢٤-١٩٧	الفصل السابع : موارد المياه بالأراضى الجافة والقاحلة.
٢٥٥-٢٢٥	الفصل الثامن : البيئة الحيوية بالأراضى الجافة والقاحلة.
٢٧١-٢٥٧	الفصل التاسع : الأنشطة الاقتصادية بالأراضى القاحلة والجافة (الجانب النفعى).
٣٠٧-٢٧٣	الفصل العاشر : حصاد المطر فى البيئات الجافة والقاحلة.
٣٤٦-٣٠٩	الفصل الحادى عشر : الطرق الأخرى لتنمية مياه الأراضى الجافة والقاحلة .
٣٨٨-٣٤٧	الفصل الثانى عشر : أهم مشكلات البيئة الجافة وطرق علاجها
٤٠٢-٣٨٩	المراجع العربية والأجنبية.







Bibliotheca Alexandrina



0940335